

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«СТУПИЦА ВЕДУЩЕГО МОСТА »

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 176

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации  
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н. В. Бородина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«СТУПИЦА ВЕДУЩЕГО МОСТА »

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 176

Исполнитель:  
студент группы ТО-403

И.М. Анкушин

Руководитель:  
Доцент, к.п.н.

Д.Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 162 листа печатного текста, 33 иллюстраций, 43 таблицы, 30 использованных источников, 5 приложений на 45 листах, графическую часть на 9 листах и 1 компакт-диск.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, СТАНОК С ЧПУ, ИНСТРУМЕНТ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЯ.

В работе был усовершенствован базовый технологический процесс обработки детали «Ступица ведущего моста».

Проанализирован базовый технологический процесс, выбрано современное оборудование, рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, разработана управляющая программа.

В экономической части выполнен расчет затрат и определена экономическая эффективность предлагаемого технологического процесса.

Разработан учебный план с учетом требований профессионального стандарта и методика проведения занятия для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 5-го разряда.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Ступица ведущего моста » Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Анкушин И.М					2	162
Пров.		Мирошин Д.Г				ФГАОУ ВО РГПТУ, ИИПО, КАФ. ТМС, ГРУППА ТО-403		
Н. контр		Суриков В.П.						
Зав. каф.		Бородина Н.В.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ .....	6
1.1. Анализ исходных данных.....	6
1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Ступица ведущего моста».....	8
1.3. Анализ технологичности конструкции детали .....	13
1.3.1. Качественный анализ технологичности .....	14
1.3.2. Количественный анализ технологичности .....	15
1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Ступица ведущего моста».....	16
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1. Определение типа производства.....	17
2.2. Выбор заготовки.....	20
2.3. Выбор технологических баз.....	25
2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Ступица ведущего моста» .....	29
2.5. Выбор технологического оснащения .....	31
2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента.....	35
2.7. Расчет припусков на механическую обработку .....	48
2.8. Выбор режимов резания .....	55
2.9. Расчет технических норм времени .....	59
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	63
3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 840D sl.....	63
3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ .....	63
3.3. Разработка управляющей программы.....	65

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	68
4.1. Определение количества технологического оборудования.....	68
4.2. Определение капитальных вложений в оборудование .....	71
4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	72
4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса .....	89
4.5. Анализ уровня технологии производства.....	90
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	94
5.1. Вводная часть .....	94
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	96
5.4. Анализ учебного плана.....	104
5.5. Разработка перспективно-тематического плана по теме «Разработка управляющей программы» .....	109
5.6. Разработка содержания плана проведения учебного занятия по теме «Основы контурного программирования» .....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	113
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме « Основы контурного программирования» .....	118
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа .....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации.....	134

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности. Его развитие пребывает в тесной взаимосвязи с научно-техническим прогрессом. Отрасль менее наукоемкая, чем информационно-коммуникационные технологии или фармацевтическая сфера. Несмотря на это именно от ее развития зависит состояние всей промышленности. Машиностроительная сфера обеспечивает другие отрасли оборудованием, техникой, вспомогательными инструментами.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Ступица ведущего моста». В разработанном технологическом процессе будут применяться станки с ЧПУ и высокопроизводительный инструмент.

Достижение цели определило ряд задач:

- 1) Анализ исходных данных: служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Ступица ведущего моста»;
- 2) Сравнение вариантов метода получения заготовки;
- 3) Решение вопросов базирования;
- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;
- 6) Расчет экономических показателей базового и проектируемого технологического процесса, их сравнение;
- 7) Разработка методической части по повышению квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

### 1.1. Анализ исходных данных

Деталь представляет собою часть механизма. Она является частью ведущего моста вилочного погрузчика ЭП-103КО. Данная деталь служит посадочным местом для колеса (суперэластика) и передаёт колесу вращательное движение от полуоси моста. К детали предъявлены требования по прочности и износоустойчивости.

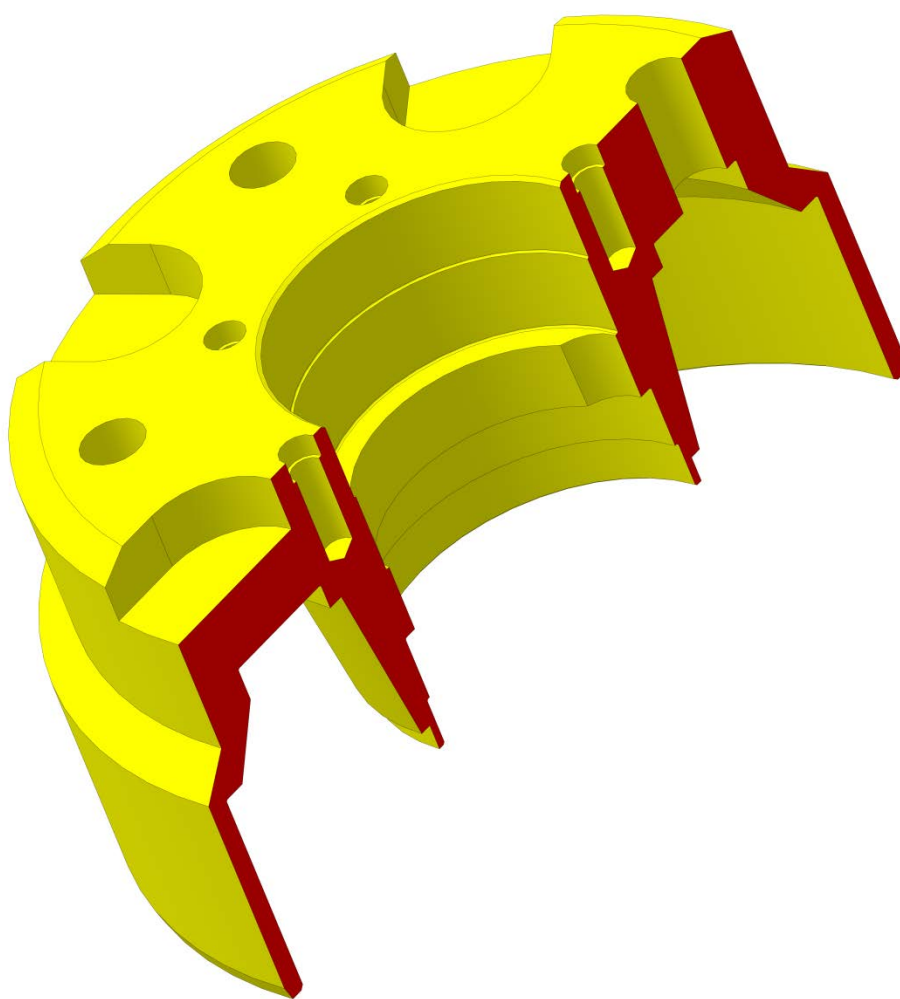


Рисунок 1 – Деталь «Ступица ведущего моста»

Масса детали – 10,7 кг.

Годовая программа выпуска – N=900 шт.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Деталь изготовлена из стали 35Л ГОСТ 977-88 [15]. Это нелегированная сталь для отливок используется для изготовления деталей, работающих под воздействием средних динамических и статических нагрузок.

В таблице 1 приведён химический состав стали 35Л, а в таблице 2 приведены механические свойства стали 35Л [21].

Из стали 35Л изготавливают так же станины прокатных станов, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали. Заменители данной стали 30Л, 40Л, 45Л.

Таблица 1 – Химический состав стали 35Л (ГОСТ 977-88)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,32-0,4%	0,2-0,52%	0,4-0,9%	до 0,3%	до 0,045%	до 0,04%	до 0,03%	до 0,03%	97%

Таблица 2 – Механические свойства стали 35Л (ГОСТ 977-88)

Механические свойства стали 35Л							
Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ %	KCU (Дж/см <sup>2</sup> )	HB (HRC <sub>Э</sub> )
		Не менее					
Нормализация 860-880 °С Отпуск 600-630 °С	До 100	280	500	15	25	35	—
Закалка 860-880 °С . Отпуск 600-630 °С .	До 100	350	550	16	20	30	—
Отжиг 850 °С ,печь	30	255	530	19	34	49	146
Отжиг 950 °С ,печь				22	39	64	143



## 1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Ступица ведущего моста»

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют требованиям, предъявляемым к детали типа фланец. В таблице 3 приведен анализ детали «Ступица ведущего моста». На основе анализа технических требований сформулированы технологические задачи:

### 1. Обеспечить точность размеров :

- основных отверстий по 7-му качеству:

Ø85P7 является базой Г, Ø90P7 является базой Д;

- других отверстий по 9-му качеству: Ø86H9, Ø92H9, осью отверстий является база В;

- 5 отверстий по 12 качеству: Ø16H12.

- Остальных размеров:

диаметральных: Ø208<sub>-1,15</sub>; Ø227<sub>-1</sub>; Ø216<sub>7<sup>+0,115</sup></sub>; Ø182<sub>5<sup>+0,8</sup></sub>; Ø96<sub>-0,87</sub>;

Ø83<sub>-2</sub><sup>+1</sup>; Ø104±0,07;


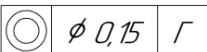
по Н14 – Ø195; Ø160; Ø227<sub>-1</sub>; Ø122<sub>-1</sub>; Ø115; Ø72;

угловых: 45°±2°, 30°±2°, 15°±2°, 35°±2°.

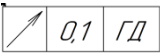

линейных: 46<sub>-1</sub><sup>+1,5</sup>; 5<sup>+1</sup>; 114<sub>-0,37</sub>; 60<sup>+1</sup>; 35<sub>0,62</sub><sup>+0,62</sup>; 30,5<sub>0,34</sub><sup>+0,34</sup>; 13±0,43; 21<sub>0,5</sub><sup>+0,5</sup>; 7<sub>1,5</sub><sup>+1,5</sup>; 36<sub>-3</sub><sup>+1</sup>; 15<sub>-1</sub><sup>+3</sup>;

4±3; 44<sub>0,34</sub><sup>+0,34</sup>; 22±0,52; 30<sup>+2</sup>; 24±1; 40.

### 2. Обеспечить точность расположения поверхностей :

соосности отверстий  : Ø85P7, Ø90P7 - относительно базы В; Ø182,5<sub>0,8</sub><sup>+0,8</sup>, Ø160  - относительно базы Г;

позиционирование 5-ти отверстий  : Ø16H12;

радиальное биение: Ø216<sub>0,115</sub><sup>+0,115</sup> , Ø195 -  относительно баз Г и Д;

перпендикулярность торца: Ø227<sub>-1</sub>  относительно баз Г и Д.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Обеспечить качество поверхностей :

- шероховатость базовых поверхностей отверстий:

Ra 2,5 - Ø85P7, Ø90P7, Ø86H9, Ø92H9, Ø216,7<sup>+0,115</sup>;

Ra 3,2 - Ø85P7, Ø90P7, Ø86H9, Ø92H9, 5 отв. Ø16H12, 6 отв. M10-5H6H;

Ra 6,3 – 6 отв. M10-5H6H/ 10,2H11(<sup>+0,11</sup>)×(6±0,5) , Ø227<sub>-1,.</sub>

- остальных неуказанных поверхностей Ra 12,5.
- отверстие Ø72 и внутренняя полость не обработанная – Rz 200.

4. Обеспечить выполнение других технических требований,

указанных на чертеже:

- Взаимное расположение отв. Е и Ж и пазов З произвольное.
- Допускается на поверхн. И,М участки поверхн. с шероховатостью в состоянии поставки или след от инструмента глубиной до 0,5 мм не более одного витка.
- Фаска Н, варианты А на Ø85,5<sup>+1</sup> и Б на Ø90,5<sup>+1</sup> технологические.
- Допускается на поверхность К врез. до 0,1 мм.
- Покрытие поверхности Л -Эмаль НЦ-11 черная ГОСТ 9198-83(3).V.Y1.
- Хим.Фос.прп. клей БФ-2 или БФ-4 ГОСТ 12172-74поверхность Л - Эмаль НЦ-11 черная ГОСТ 9198-83(3).Т1.
- Неуказанные предельные отклонения размеров диаметров по h14,H14 остальных IT14/2.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3 – Анализ чертежа детали «Ступица ведущего моста»

Наименование детали № чертежа	Тип детали	Материал детали ГОСТ	Масса детали ,кг	Шероховатость Ra ,мкм	Технические требования				
					Термообработка, т вердость HB;HRC <sub>3</sub>	№ поверхности на рисунках 2 и 3.	Точность		Другие технические требования
							Размеров, квалитет	размеров, квалитет	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Ступица»	Фланец	Сталь 35Л ГОСТ 977-88	10,7	2,5	Покрывые поверхности «Л» Эмаль НЦ-11 черного Клей БФ-2 или БФ-4 на поверхность «Л»	1.	$\varnothing 85P7^{(+0,024)}_{(-0,059)}$		Технические требования согласно чертежу.
				2,5		2.	$\varnothing 90P7^{(+0,024)}_{(-0,059)}$		
				2,5		3.	$\varnothing 86H9^{(+0,087)}$		
				2,5		4.	$\varnothing 92H9^{(+0,087)}$		
				3,2		5.	$\varnothing 16H12^{(+0,18)}$		
				3,2 ; 6,3		6.	M10-5H6H/ 10,2H11 $^{(+0,11)}_{\times}$ (6±0,5)		
				12,5		7.	$\varnothing 208_{-1,15}$		
				12,5		8.	$45^{\circ} \pm 2^{\circ}$		
				12,5		9.	$\varnothing 227_{-1}$		
				2,5		10.	$\varnothing 216^{+0,115}$		
				12,5		11.	$\varnothing 182,5^{+0,8}$		
				3,2		12.	торец $\varnothing 190,68$		
				12,5		13.	$\varnothing 160$		
				12,5		14.	$\varnothing 227_{-1}$		
				12,5		15.	$46^{+1,5}_{-1}$		
				12,5		16.	$30^{\circ} \pm 2^{\circ}$		
				12,5		17.	$15^{\circ} \pm 2^{\circ}$ ,		
				12,5		18.	$5^{+1}$		

Окончание таблицы 3 – Анализ чертежа детали «Ступица ведущего моста»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				6,3		19.	114 <sub>-0,37</sub>		
				12,5		20.	60 <sup>+1</sup>		
				12,5		21.	35 <sup>+0,62</sup>		
				3,2		22.	30,5 <sup>+0,34</sup>		
				12,5		23.	13±0,43		
				12,5		24.	21 <sup>+0,5</sup>		
				12,5		25.	7 <sup>+1,5</sup>		
				12,5		26.	36 <sup>+1</sup> <sub>-3</sub>		
				12,5		27.	15 <sup>+3</sup> <sub>-1</sub>		
				12,5		28.	4±3		
				3,2		29.	44 <sup>+0,34</sup>		
				12,5		30.	22±0,52		
				12,5		31.	30 <sup>+2</sup>		
				12,5		32.	24±1		
				12,5		33.	Ø122 <sub>-1</sub>		
				12,5		34.	Ø115		
				12,5		35.	Ø96 <sub>-0,87</sub>		
				12,5		36.	Ø83 <sub>-2</sub> <sup>+1</sup>		
				12,5		37.	Ø72		
				12,5		38.	Ø104±0,07		
				12,5		39.	5 пазов - 40		
				12,5		40.	35°±2°		

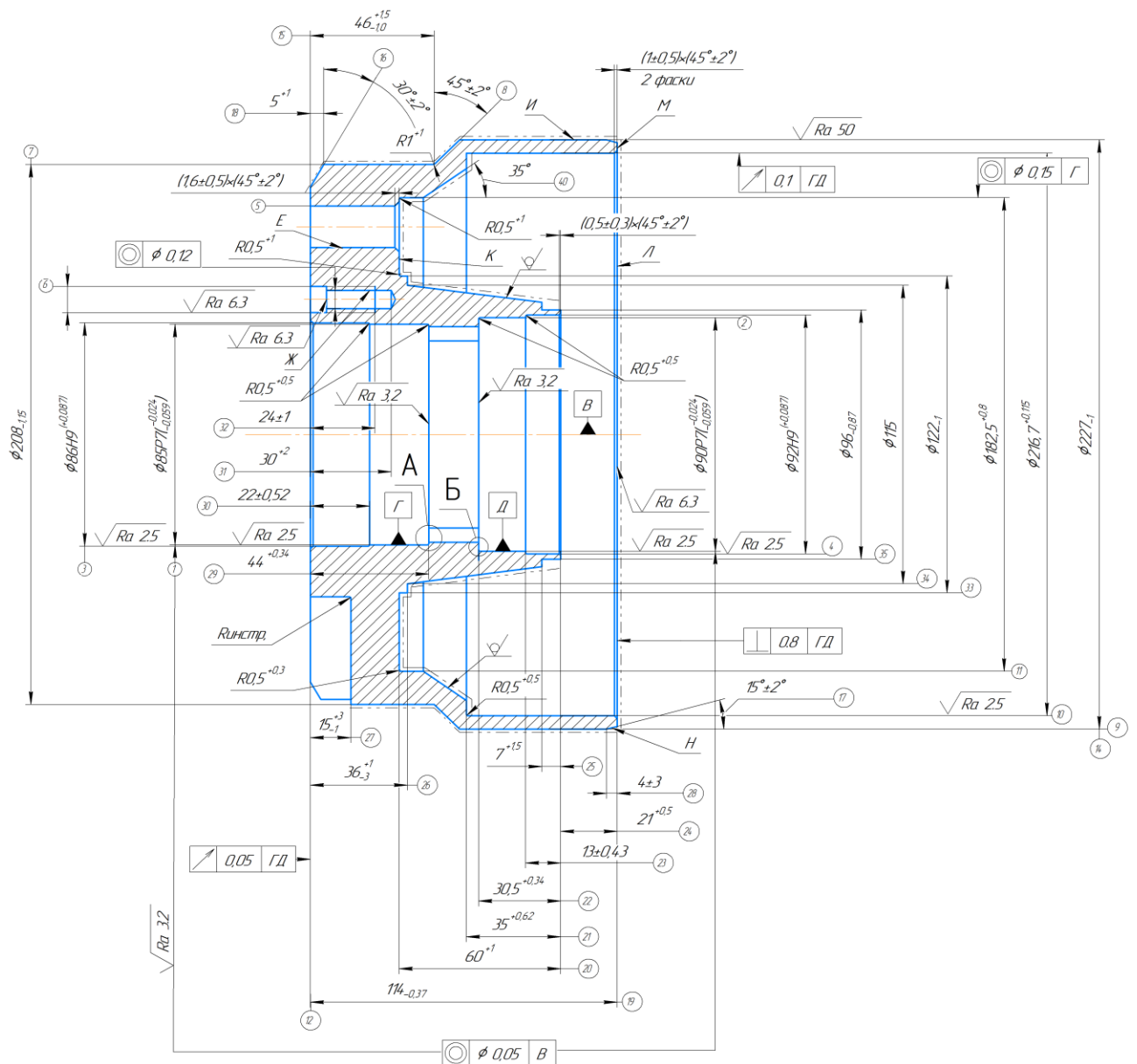


Рисунок 2 – Вид А по чертежу. Нумерация поверхностей детали.

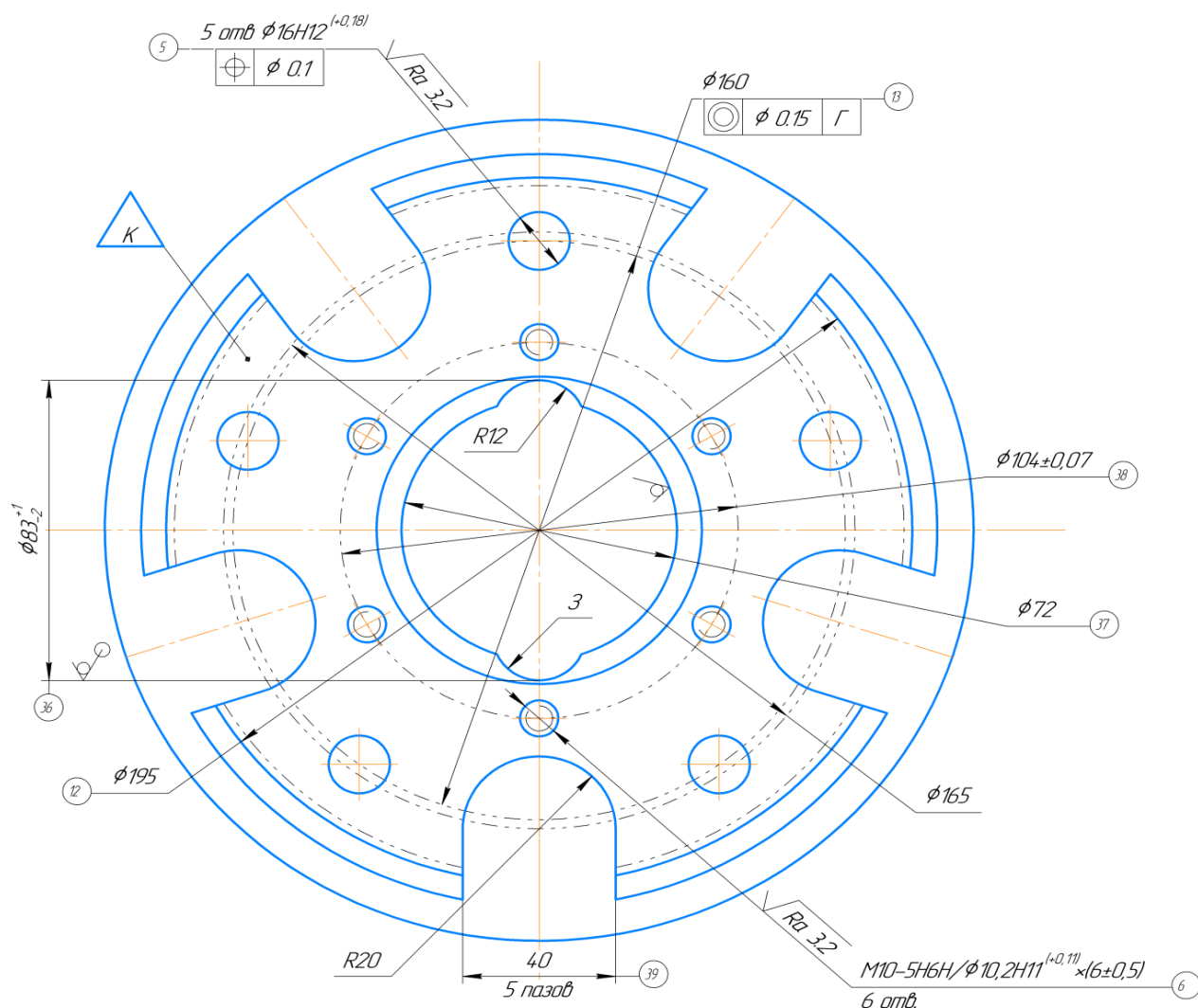


Рисунок 3 – Вид Б по чертежу. Нумерация поверхностей детали.

### 1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции заключается в оценке возможности изготовления детали по заданному чертежу. Произведем оценку технологичности детали на основе её чертежа.

Оценка технологичности проводится качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83. Деталь будет считаться технологична в том случае, когда ее конструкция позволяет применять заготовку у которой форма и размеры рациональны, у которой форма и размеры максимально приближены к форме и размерам готовой детали, а также использовать высокоэффективные процессы обработки.

Основные требования технологичности:

- обоснованный выбор материала детали и соответствие требований качества поверхностного слоя с маркой материала детали;
- сокращение числа установок заготовки при обработке;
- возможность использования стандартизованных и нормализованных режущих инструментов и измерительных; обеспечение высокоэффективных условий работы режущего инструмента;
- унификация формы и размеров обрабатываемых элементов, что позволит выполнить обработку их минимальным числом инструментов и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ и т.д.

#### 1.3.1. Качественный анализ технологичности

1. Конфигурация детали и материал позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объема механической обработки.
2. При конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Есть удобная и надежная технологическая база в процессе обработки.
3. Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали.
4. Для снижения объема механической обработки заготовка для детали изготавливается литьём в кокиль.
5. Обеспечена достаточная жесткость детали.
6. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали.
7. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3.2. Количественный анализ технологичности

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам [9, стр. 29]:

1. Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_D}{M_3}, \quad (1)$$

где  $M_D$  – масса детали по чертежу, кг;

$M_3$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = \frac{10,7}{17,3} = 0,62.$$

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K = \frac{T_H}{T_D}, \quad (2)$$

где  $T_H$  – число размеров не обоснованной степени точности обработки;

$T_D$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K = \frac{5}{40} = 0,125.$$

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{Ш} = \frac{Ш_K}{Ш_O}, \quad (3)$$

где  $Ш_K$  – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт.;

$Ш_O$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

$$K_{Ш} = \frac{3}{40} = 0,075.$$

По качественным и количественным показателям деталь является достаточно технологичной.



#### 1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Ступица ведущего моста»

В базовом технологическом процессе механической обработки детали используется универсальное оборудование и универсальный режущий инструмент, маршрут изготовления детали и нормы времени на каждую операцию механической обработки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Операции базового технологического процесса мехобработки

Номера операций	Операция	Оборудование	$T_{шт-к}$ , мин
300	Контрольная		
305	Фрезерная	Вертик. Фрезерн. 654	25
310	Слесарная		
315	Токарная	Токарный п/а 1Б284-6	21,4
320	Токарная	Токарный п/а 1Б284-6	18,3
325	Слесарная		
330	Сварочная		
450	Токарная с ПУ	Токарный п/а TZC-32	22
455	Токарная с ПУ	Токарный п/а TZC-32	29,6
465	Фрезерная	Вертикально-фрез. 6Н13	5,4
470	Слесарная		
475	Агрегатная	Агрегатный 11А809Н	26,8
480	Сверлильная	Радиально. сверл. 2Н55	9
485	Слесарная		
490	Сверлильная	Радиально. сверл. 2Н55	6,6
500	Промывочная		
505	Маркировочная		
510	Слесарная		
515	Контрольная		
			$T_{шт-к} = \sum 164,1 \text{ мин}$

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Определение типа производства

В соответствии с заданием годовая программа выпуска равна 900 шт. С учетом годовой программы и массы детали раной 10,7 кг определяется тип производства в соответствии с таблицей 5. Для рассматриваемого варианта производство является среднесерийным [9, стр.33].

Таблица 5 – Ориентировочные данные для определения типа производства

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей N, шт. в зависимости от типа производства			
	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1	< 2000	2000 – 75000	75000 – 200000	> 200000
1 - 2,5	<1000	1000 – 50000	50000 – 100000	> 100000
2,5 - 5	< 500	500 – 35000	35000 – 75000	> 75000
5 - 10	< 300	300 – 25000	25000 – 50000	> 50000
> 10	< 200	200 – 10000	10000 – 25000	> 25000

Определим тип производства, характеризующийся коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о.}$ , который определяется по формуле (4) [9,стр.33]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций;

$\sum P$  - суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска из задания равна  $N=900$  шт. в год.

Установим соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест (оборудования) в соответствии с нормативными коэффициентами загрузки оборудования.

Располагая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков для каждой операции механической обработки детали по формуле (5) [9,стр.34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{зн}}, \quad (5)$$

где  $N$ - годовая программа выпуска деталей, шт.;

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_D$  - действительный годовой фонд времени,  $F_D = 3946$  ч. (при двухсменной работе);

$\eta_{зн.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства –  $0,75 \div 0,85$ .

Для первой операции рассчитаем по формуле (5) количество станков, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$m_{p305} = \frac{900 \cdot 25}{60 \cdot 3946 \cdot 0,75} = 0,12.$$

После расчета для всех операций  $m_p$  устанавливаем принятое число рабочих мест  $P$ , округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение  $m_p$ .

Для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле (6) [4,стр.35]:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (6)$$

где  $m_p$  – расчетное количество станков;

$P$  – принятое количество станков.

Для первой операции рассчитаем по формуле (6) значение фактического коэффициента загрузки рабочего места, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$\eta_{з.ф305} = \frac{0,12}{1} = 0,12.$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), определяется по формуле (7) [4,стр.35]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф}}, \quad (7)$$

где  $\eta_{з.н.}$  – коэффициент загрузки оборудования;

$\eta_{з.ф}$  – фактический коэффициент загрузки.

Для первой операции рассчитаем по формуле (7) количество операций, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$O_{305} = \frac{0,75}{0,12} = 6,25.$$

Таблица 6 – Данные базового тех. процесса для расчета  $K_{з.о.}$

Номера операций	$T_{шт-к}$ , мин	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
305	25	0,12	1	0,12	6,25
315	21,4	0,11	1	0,11	6,82
320	18,3	0,09	1	0,09	8,33
450	22	0,11	1	0,11	6,82
455	29,6	0,15	1	0,15	5,00
465	5,4	0,03	1	0,03	25,00
475	26,8	0,13	1	0,13	5,77
480	9	0,04	1	0,04	18,75
490	6,6	0,03	1	0,03	25,00
	$T_{шт-к} = \Sigma 164,1$		$\Sigma P = 9$		$\Sigma O = 107,74$

Серийное производство характеризуется запуском деталей в производство партиями, нерегулярно повторяющимся изготовлением и выпуском одинаковых изделий.

Коэффициент закрепления операций рассчитаем по формуле (4)

$$K_{з.о.} = \frac{107,74}{9} = 11,97.$$

$10 \leq K_{з.о.} \leq 20$  – характеристика среднесерийного производства по таблице 5.

$$10 \leq 11,97 \leq 20.$$

Определение организационно-технологической характеристики типа производства.

Форма организации производственного процесса – групповая.

Определим количество деталей в партии по формуле (8) [9,стр.36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{247}, \quad (8)$$

где  $a$  – периодичность запуска в днях;

247 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{900 \cdot 6}{247} = 21,25 \text{ шт.}$$

Примем  $n = 21$  шт. – размер партии деталей.

## 2.2. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали [21]. На выбор заготовки влияют следующие факторы:

- Материал-сталь 35Л ГОСТ 977–88 [15].
- Объем и тип производства - годовая программа выпуска-900 штук; производство - среднесерийное.
- Тип детали – фланец.
- Размеры детали и оборудование, на котором она изготавливается.
- Экономичность изготовления заготовки.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В базовом технологическом процессе заготовку получают литьем в песчаные формы, но при анализе заводского технологического процесса было решено изменить способ изготовления детали, так как литьё в песчаные формы является наиболее универсальным методом, но требует больших затрат времени, поэтому в качестве ориентировочного способа выбираем литье в кокиль.

Литье в кокиль экономически целесообразно при величине партии не менее 300-500 шт. для мелких отливок и 30-50 шт. для крупных отливок. Этим способом можно получать отливки массой 0,25-7 т.

Литьё металлов в кокиль — более качественный способ. Изготавливается кокиль — разборная форма (чаще всего металлическая), в которую производится литьё. После застывания и охлаждения, кокиль раскрывается и из него извлекается изделие. Затем кокиль можно повторно использовать для отливки такой же детали.

Литьё в кокиль, кокильное литьё, способ получения фасонных отливок в металлических формах — кокилях. В отличие от других способов литья в металлические формы (литьё под давлением, центробежное литьё и др.), при литье в кокиль заполнение формы жидким сплавом и его затвердевание происходят без какого-либо внешнего воздействия на жидкий металл, а лишь под действием силы тяжести. Основные операции и процессы: очистка кокиля от старой облицовки, прогрев его до 200—300°C, покрытие рабочей полости новым слоем облицовки, простановка стержней, закрывание частей кокиля, заливка металла, охлаждение и удаление полученной отливки. Процесс кристаллизации сплава при литье в кокиль ускоряется, что способствует получению отливок с плотным и мелкозернистым строением, а следовательно, с хорошей герметичностью и высокими физико-механическими свойствами [1].

Таблица 7 – Класс размерной точности отливки (ГОСТ 26645 – 85)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава	Ряд припусков
		Термообрабатываемые стальные сплавы	
		Классы точности	
В песчаные формы	101-250	8-13	6-9
В кокиль	101-250	7-11	4-7

Таблица 8 – Класс точности массы отливки (ГОСТ 26645 – 85)

Способ литья	Номинальная масса отливки, кг	Тип сплава
		Термообрабатываемые стальные сплавы
В песчаные формы	10-100	9т-16
В кокиль	10-100	7-15

В технологических требованиях заготовки базового технологического процесса указана точность отливки 11т-0-0-11т. Данное требование в соответствии с таблицами 7 и 8 так же соблюдается для кокильного литья.

По ГОСТ 26645-85 точность отливки 11т-0-0-11т расшифровывается следующим образом: 11т – класс размерной точности; 0 – степень коробления; 0 – степень точности поверхностей; 11т – класс точности массы отливки [14].

Так же по ГОСТ 26645-85 выбраны припуски на механическую обработку. Заливка кокильной формы производится снизу, это поможет уменьшить общий вес заготовки, следовательно, припуски на все размеры заготовки будут равны 3,5 мм. Вид заготовки со всеми размерами представлен на чертеже ДП 44.03.04.176.01.

Далее проведём экономическое сравнение получения, заготовок литьем в песчаные формы и литьём в кокиль.

Сравнение проведем в два этапа:

1-ый этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Литье в песчаные формы  $K_{им}=0,57$ ;

Литье в кокиль –  $K_{им}=0,62$ .

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки с учетом ее черновой обработки по формуле (9) [9,стр.62]:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_o \cdot C_o + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left( 1 + \frac{C_{ц}}{100} \right), \quad (9)$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_M$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки;

$M_o$  – масса отходов материала, кг;

$C_o$  – цена 1 кг отходов, руб.;

$C_{ч.з}$  – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, руб./чел.ч.;

$T_{шт(ш-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.;

$C_{ц}$  – цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть определен по формуле (10):

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (10)$$

где  $C_{31}, C_{32}$  – стоимости сопоставляемых заготовок, руб.;

$N$  – годовая программа, шт.;

$\mathcal{E}_3$  – экономический эффект, р.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, руб./чел.-ч:

$$C_{з.ч.1} = 137,5 \text{ руб./чел.ч.}$$

$$C_{з.ч.2} = 137,5 \text{ руб./чел.ч.}$$

Стоимость заготовки по формуле (9):

$$C_{з1} = 18,6 \cdot 110 - 7,9 \cdot 11 + 137,5 \cdot 5 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 3265,35 \text{ руб.}$$

$$C_{з2} = 17,3 \cdot 93 - 6,6 \cdot 11 + 137,5 \cdot 2,84 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 2278,25 \text{ руб.}$$

Рассчитав нужные значения по формулам, занесу полученные данные в таблицу 9.

Таблица 9 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-ый вариант	2-й вариант
Материал детали – сталь 35Л	Вид заготовки	Литье в песчаные формы	Литье в кокиль
Масса детали – 10,7 кг	Класс точности	11т	11т
	Масса заготовки, кг	18,6	17,3
Годовая программа –900	Стоимость 1кг заготовок (руб.)	110	93
Тип производства– среднесерийное	Стоимость 1кг стружки (руб.)	11	11
	Коэффициент использования металла	0,57	0,62

Рассчитаю экономический эффект по формуле (10):

$$\mathcal{E}_з = (3265,35 - 2278,25) \cdot 900 = 888390 \text{ руб.}$$

В результате сравнения двух вариантов изготовления заготовки следует сделать вывод, что экономически выгодно изготавливать заготовку литьём в кокиль, т.к. годовая экономия в этом случае составит 888390 рублей.

### 2.3. Выбор технологических баз

Основные принципы и требования к выбору технологических баз [12]:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимают основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии. В случае несовпадения технологических и конструкторских баз возникает необходимость пересчета допусков, заданных конструктором, в сторону их уменьшения;
- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы. Для соблюдения этого принципа часто создают базы, не имеющие конструктивного назначения (например, центровые гнезда у валов и т. п.);
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Следует иметь в виду, что наибольшая точность достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же комплектов баз, т.е. при соблюдении принципа их единства.

Оценку точности базирования при выполнении каждой операции рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Установить соблюдается ли принцип совмещения баз при выдерживании заданных размеров. При этом следует рассмотреть основные размеры или группы идентичных размеров детали по различным координатным направлениям (например, для цилиндрической детали – осевые размеры, радиальное биение поверхностей и др.). Если указанный принцип соблюдается, погрешность базирования равна нулю, а анализ точности базирования на этом заканчивается.

2. Если принцип совмещения баз не соблюдается, установить оказывает ли это влияние на точность обработки по данным параметрам.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Следует иметь в виду то, что в ряде случаев точность размеров обеспечивается за счет наладки инструментов относительно друг друга и от базирования не зависит.

Операция 015 «Токарная».

Станок токарно-винторезный 1М63, характеристики короткого приведены в таблице 11.

На данной операции подготавливается черновая база для последующей установки в станке с ЧПУ. Заготовка зажимается в центра грибкового вида за внутреннее отверстие, один из центров рифленый, дабы передать детали вращение от шпинделя [20]. Такое базирование позволяет обработать черновую базу относительно оси, т.е. относительно конструкторской базы В.

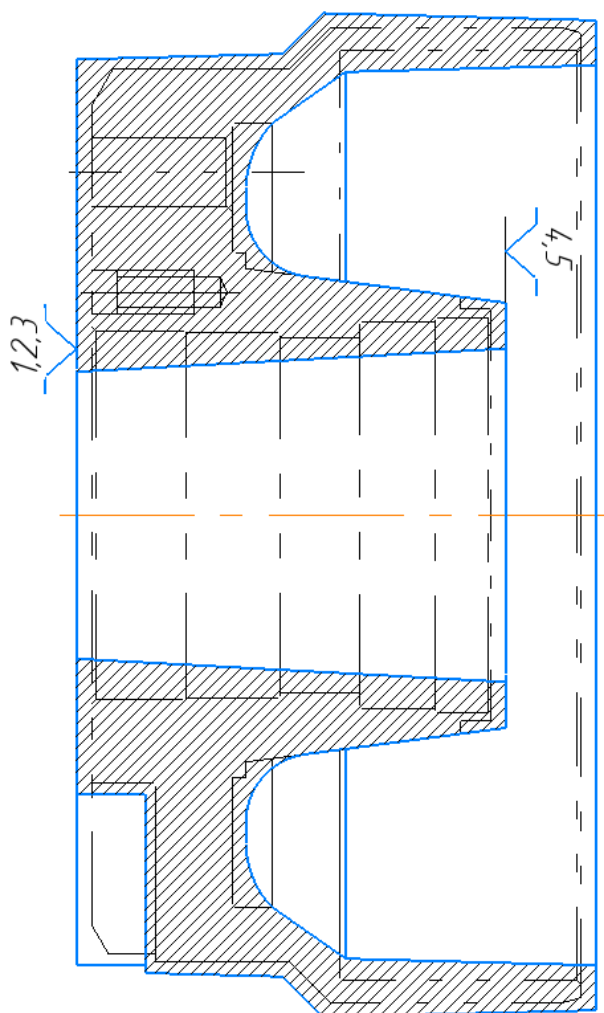


Рисунок 4 – Базирование детали на операции 015

Операция 020 «Токарно-фрезерная с ЧПУ» Установ А.

Станок токарно-фрезерный DMG MORI CTX beta 800 TC, характеристики короткого приведены в таблице 12.

Деталь устанавливается в самоцентрирующийся трехкулачковый патрон.

Так как деталь имеет малую толщину стенки, а именно  $\varnothing 229$ , черновая база, было принято решение поставить на этот диаметр цанговое разрезное кольцо, для более сильного зажатия детали кулачками патрона.

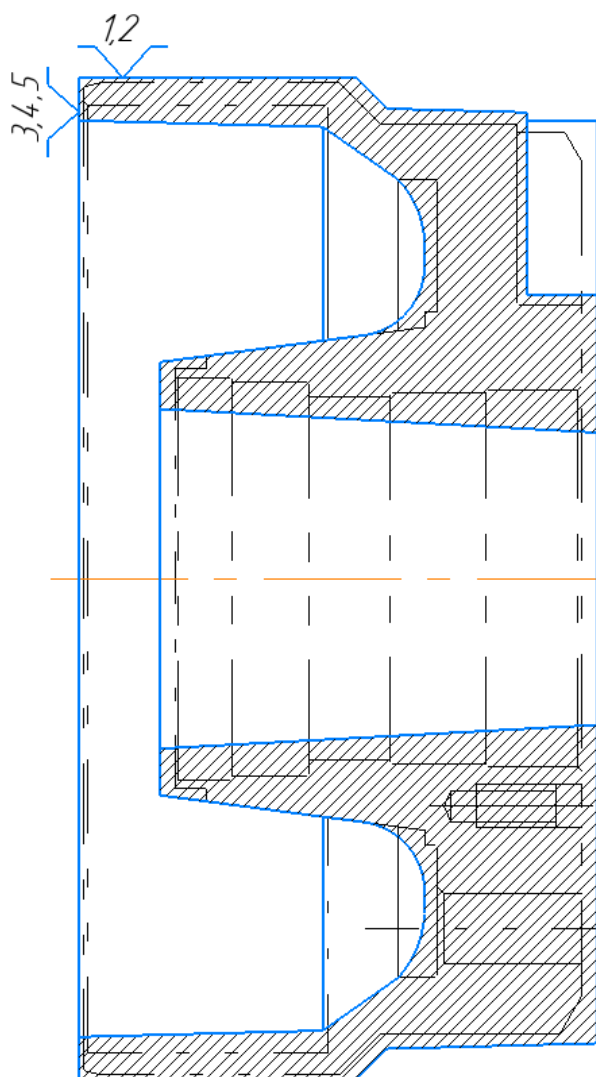


Рисунок 5 – Базирование детали при установке А в трехкулачковый патрон

Операция 020 «Токарно-фрезерная с ЧПУ» Установ Б.

Станок токарно-фрезерный DMG MORI CTX beta 800 TC, характеристики короткого приведены в таблице 12.

После обработки детали при первом установе, были обработаны базовая поверхность, а именно база Г и все остальные поверхности которые позволял обработать данный станок. При установе Б, базирование идет на наружную поверхность –  $\varnothing 208_{-1,15}$ , так как она была обработана в одном установе с базой Г, это нужно для того что бы при дальнейшей обработке выдержать заданные требования на чертеже по точности.

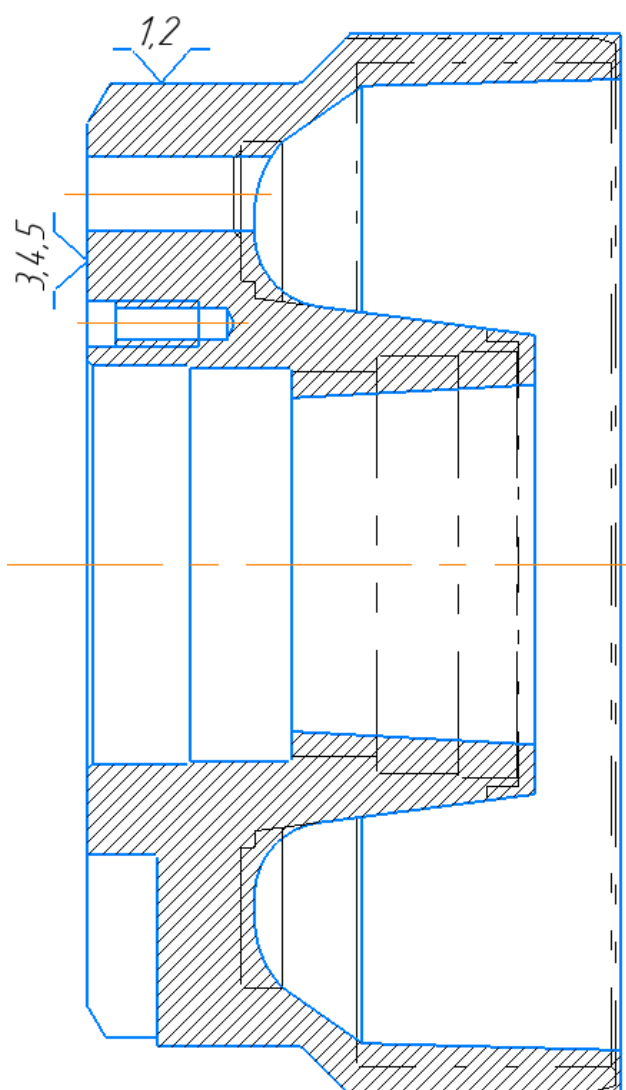


Рисунок 6 – Базирование детали при установе Б в трехкулачковый патрон

## 2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Ступица ведущего моста»

В проектируемом технологическом процессе предлагается заменить универсальное оборудование на токарно-фрезерный станок с ЧПУ марки DMG MORI CTX beta 800 TC и универсальный станок 1M63. В связи с переводом изготовления детали на станок с ЧПУ предлагается следующий технологический процесс изготовления детали «Ступица ведущего моста». Усовершенствованный технологический процесс представлен в таблице 10, сам технологический процесс с МК, КЭ, ОК, КК приведены в приложении Д [10].

Таблица 10 – Технологический маршрут механической обработки детали «Ступица ведущего моста»

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Инструмент	Оборудование
1	2	3	4
015	Точить поверхность 1. Подрезать торец 2.	Резец проходной упорный 2101-0007 T15K6 ГОСТ 18879-73	Станок 1M63
020 Установ А	1. Подрезать торец 1, 2 предварительно, точить пов 3, 4, 5, 6, 7 предварительно. 2. Подрезать торец 1, 2 окончательно, точить пов. 3, 4, 5, 6 с образованием $R1^{+1}$ , 7 окончательно. 3. Расточить пов. 8, 9, 10, 11 предварительно. 4. Расточить пов.8, 10 с образованием $R0,5^{+0,5}$ , 9, 11, 12 окончательно. 5. Расточить канавку, пов. 13, 14 6. Зацентровать 6 отв. 15 на глубину $L=2$ . 7. Сверлить под резьбу M10-5H6H 6 отв. пов. 15 на глубину $L=30^{+2}$ предварительно. 8. Сверлить под резьбу M10-5H6H 6 отв. пов. 15 на глубину $L=30^{+2}$ окончательно. 9. Фрезеровать 6 глухих отв. пов. 15 на глубину $L=6\pm0,5$ .	<i>Резец черновой:</i> Пластина WNMG080408-B25 «KORLOY» Державка DWLN12525-M08 «KORLOY» <i>Резец чистовой:</i> пластина WNMG080408-B25 «KORLOY» Державка DWLN12525-M08 «KORLOY» <i>Резец расточной черновой:</i> Пластина CNMG120408-GS «KORLOY» Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY» <i>Резец расточной чистовой:</i> Пластина CNMG120404-LP «KORLOY» Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY» <i>Резец канавочный:</i> Пластина IG200 «KORLOY»	DMG MORI CTX beta 800 TC

Окончание таблицы 10 – Технологический маршрут механической обработки детали «Ступица ведущего моста»

1	2	3	4
	<p>10.Нарезать резьбу в 6 отв. пов. 15 на глубину <math>L = 24 \pm 1</math>.</p> <p>11.Зацентрировать 5 отв. 16 на глубину <math>L = 2</math>.</p> <p>12.Сверлить 5 сквозных отв. 16 предварительно.</p> <p>13.Сверлить 5 сквозных отв. 16 окончательно.</p> <p>14.Фрезеровать 5 пазов 17 на глубину <math>L = 15^{+3}_{-1}</math>.</p>	<p>Державка IGH220L «KORLOY»</p> <p>Сверло центровочное:  <math>\varnothing 2,5</math> 111000 «CARANT»</p> <p>Сверло:  <math>\varnothing 6</math> 113260 «CARANT»</p> <p>Сверло:  <math>\varnothing 8,5</math> 113260 «CARANT»</p> <p>Фреза концевая:  <math>\varnothing 8</math> 191360 «HOLEX»</p> <p>Метчик:  M10 134620 «Garant»</p> <p>Сверло:  <math>\varnothing 16</math> 113150 «CARANT»</p> <p>Фреза концевая:  <math>\varnothing 22</math> 191360 «HOLEX»</p>	DMG MORI CTX beta 800 TC
020 Установ Б	<p>1.Подрезать торцы 18, 19.</p> <p>2.Точить пов. 20, 21, 22.</p> <p>3.Расточить пов. 23, 24 предварительно.</p> <p>4.Расточить пов. 23 с образованием <math>R0,5^{+0,5}</math>, 24, 25 окончательно.</p> <p>5.Расточить пов. 26, 27, 28, 29 предварительно.</p> <p>6.Расточить пов. 26, 28 с образованием <math>R0,5^{+0,5}</math>, 27, 29 и фаской 30 окончательно.</p> <p>7.Расточить канавку ,пов. 31, 32.</p> <p>8.Точить пов. 33, 34 с образованием <math>R0,5^{+1}</math>, 35, 36.</p> <p>9.Расточить пов. 33, 37 с образованием <math>R0,5^{+0,3}</math>.</p> <p>10.Точить пов. 38, 39.</p> <p>11.Зенкеровать 5 фасок 40.</p> <p>12.Фрезеровать два радиусных паза 41.</p>	<p>Резец чистовой:  Пластина WNMG080408-B25 «KORLOY»</p> <p>Державка DWLNI2525-M08 «KORLOY»</p> <p>Резец расточной черновой:  Пластина CNMG120408-GS «KORLOY»</p> <p>Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY»</p> <p>Резец расточной чистовой:  Пластина CNMG120404-LP «KORLOY»</p> <p>Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY»</p> <p>Резец канавочный:  Пластина IG200 «KORLOY»</p> <p>Державка IGH220L «KORLOY»</p> <p>Резец расточной правый/левый:  Пластина VCMT160408-HMP «KORLOY»</p> <p>Державка S16Q-SVJCR/L-08 «KORLOY»</p> <p>Фреза концевая:  <math>\varnothing 24</math> 191280 «CARANT»</p> <p>Зенковка:  <math>\varnothing 20,5</math> 150378 «CARANT»</p>	

## 2.5. Выбор технологического оснащения

Технологическое оснащение – комплекс элементов, обеспечивающий выполнение процесса изготовления деталей заданной точности и производительности с оптимальными затратами на производстве.

Рациональный выбор всех элементов: металлорежущего оборудования, установочно-зажимных приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов позволят обеспечить оптимальные режимы резания и высокую производительность.

В производственных условиях достигается высокое качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, облегчаются условия труда.

Выбор технологического оборудования – станков зависит от:

- типа производства, требуемой производительности и себестоимости;
- метода обработки отдельных элементов детали;
- габаритных и обрабатываемых размеров;
- мощности, необходимой для резания;
- возможности обеспечения точности размеров и формы;
- степени удобства и безопасности работы станка.

Для данной технологии выберем два станка: станок токарно-винторезный модели 1М63 и токарно-фрезерный станок с ЧПУ марки DMG MORI CTX beta 800 TC с новым ультракомпактным токарно-фрезерным шпинделем.

Описание оборудования:

- Станок токарно-винторезный модели 1М63 является скоростным универсальным станком, (назначенным для выполнения разнообразных токарно-винторезных работ по черным и цветным метал- , включая точение конусов и нарезание метрической, модульной, дюймовой и питчевой резьб [24].



Жесткая конструкция станка, высокий предел частоты вращения шпинделя (1250 об/мин) и сравнительно большая мощность привода (15 кВт) дают возможность использовать его как скоростной станок с применением резцов из быстрорежущей стали и твердых сплавов.

Технические характеристики станка приведены в таблице 11.

На данном станке будет производиться черновая операция, а именно подготовка черновой базы, путем зажатия детали в центра и удаления слоя металла с остатками литниковой системы.

Таблица 11 – Технические характеристики токарно-винторезного станка 1М63.

Наименование параметров	Ед.изм.	Величины
1	2	3
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной	мм	700
Наибольший диаметр изделия, обрабатываемой над станиной	мм	630
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом	мм	350
Наибольший диаметр изделия, обрабатываемой над выемкой станины	мм	900*
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	мм	1500
Размер конца шпинделя передней бабки по DIN		11M
Количество ступеней частот вращения шпинделя		22
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе	мм	105
Пределы частоты вращения шпинделя	об/мин	10...1250
Пределы продольных рабочих подач суппорта	мм/об	0,033...5,6
Пределы поперечных рабочих подач суппорта	мм/об	0,013...2,064
Пределы рабочих подач резцовых салазок	мм/об	0,010...1,76
Пределы шагов нарезаемых метрических резьб	мм	1...224
Пределы шагов нарезаемых дюймовых резьб	ниток/1"	28-0,25
Пределы шагов нарезаемых модульных резьб	модуль	0,25-56
Пределы шагов нарезаемых питчевых резьб	питч	112...0,5
Ускоренное перемещение продольного суппорта	мм/мин	5,2
Ускоренное перемещение поперечного суппорта	мм/мин	2
Наибольший вес устанавливаемой заготовки	кг	3500
Мощность привода главного движения	кВт	13
Габаритные размеры станка 1М63		
- длина	мм	3750
- ширина	мм	1780
- высота	мм	1550
Масса токарно-винторезного станка 1М63	кг	4840



Рисунок 7 – Станок токарно-винторезный модели 1М63

- Токарно-фрезерный станок DMG MORI CTX beta 800 TC представляет собой максимально маневренный станок в сфере токарной и фрезерной обработки заготовок диаметром до 500 мм и длиной обработки до 850 мм. Станок представлен в новом общем дизайне, с улучшенной функциональностью и стойкостью к повреждениям [25].

Технические характеристики впечатляют: ход по оси Y 200 мм; ключевой элемент станка – ось В с линейным приводом и диапазоном поворота 110°; станок укомплектован новым малогабаритным токарно-фрезерным шпинделем. Компактный дизайн шпинделя со встроенным гидравлическим цилиндром для зажима инструмента имеет длину всего 350 мм и обеспечивает крутящий момент в 120 Нм. Так же затраты на оборудование снижены, т. к. магазины могут использовать стандартные инструменты для наклонных поверхностей и полостей. Помимо основательно увеличенной маневренности и производительности, CTX beta 800 TC доступен по привлекательной цене и предоставляет возможности эффективной токарно-фрезерной обработки небольших деталей.

На данном станке используется стойка версии Operate 4.5 SIEMENS 840D solutionline в базовой комплектации и снабжен панелью управления ERGOline с 19-дюймовым экраном. Дополнением к разнообразным возможностям станка служат 12 уникальных технологических циклов. Как результат - время программирования может быть уменьшено на 60 % [18].

Технические характеристики станка приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Параметр	Значение
1	2
<b>Рабочая зона</b>	
Макс. диаметр точения	500 мм
Макс. длина точения	800 мм
Макс. расстояние от главного шпинделя до задней бабки (без патрона)	1020 мм
<b>Главный шпиндель</b>	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	5 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	33 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	580 Нм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	102 мм
<b>Противошпиндель (опция)</b>	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	12 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	170 Нм
<b>Токарно-фрезерный шпиндель</b>	
Макс. частота вращения	20000 об/мин
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	87 Нм
<b>Ось В</b>	
Диапазон перемещения оси В	220.0 °
<b>Инструментальный магазин</b>	
Макс. количество позиций инструмента	80 позиций
Макс. диаметр инструмента	120 мм
<b>Верхний суппорт для токарно-фрезерного шпинделя</b>	
Ход по осям X/Y/ Z	480 [+470, -10] / ±100 / 845 мм
Ускоренный ход по осям X/Y/ Z	36 / 40 / 40 м/мин
<b>Размеры станка</b>	
Занимаемая площадь в базовой комплектации с транспортером для стружки, без внутренней подачи СОЖ	10,2 кв.м.



Рисунок 8 – Токарно-фрезерный станок - DMG MORI CTX beta 800 TC

## 2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента

Дабы добиться отличной производительности, прекрасного качества обрабатывания деталей, каждый режущий инструмент для станков с ЧПУ обязательно должен соответствовать определенным требованиям, что удовлетворяют ряду условий, таких как:

- стабильность режущих свойств;
- правильное формирование, выполнение отвода стружек;
- универсальность использования для обработки разного вида деталей на разнотипных станках;
- быструю их сменяемость для переналадки, обработки других деталей или же смены затупившегося инструмента;
- обеспечение необходимой точности обрабатывания деталей.

Тщательный отбор, подготовка необходимых инструментов, обеспечивающая техническую надежность, автоматизацию рабочего процесса станка с ЧПУ, включает соответствие высокого уровня прочности таких приспособлений с их универсальностью.

Для обработки на станках с ЧПУ на заводе «МЗиК» используются инструменты следующих марок: «KORLOY», «GARANT», «HOLEX», а так же русские резцы из твердосплавного материала [ 5; 6; 7 ].

Инструменты данных марок подходят по своим свойствам и надежностью, а так же выбор этих инструментов зависел от их стоимости, и того факта, что они используются в данный момент на заводе. Все инструменты выбирались из каталогов 2017-2018 года, выпущенными данными фирмами.

Перечислю все режущие инструменты:

Операция 015 «Токарная» – Резец 2102-1106 T15K6 ГОСТ 18877-73: резец проходной отогнутый правый с напайной пластиной из твердосплавного материала-T15K6 [20].

Операция 020 «Токарно-фрезерная с ЧПУ» – так как на данной операции используются современные режущие инструменты, представлю расшифровку маркировки режущих пластин, державок, осевых инструментов на рисунках 9, 10 и 11[ 7; 8; 9 ].

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# C N M G 12 04 08 - MP

12345678

Форма пластиныЗадний уголКласс точностиТип СМПНоминальная длина режущей кромкиВысота СМПРадиус при вершинеТип стружколома

1

Форма пластины

C N M G 12 04 08 - MP



2

Задний угол

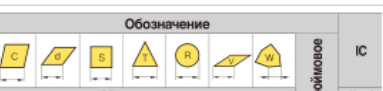
C N M G 12 04 08 - MP



5

Номинальная длина режущей кромки

C N M G 12 04 08 - MP



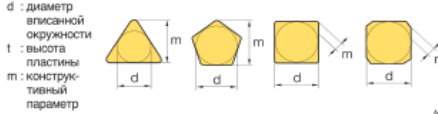
Обозначение										Дюймовое d(мм)	IC
Метрическое											
03	04	03	06	03	-	02	1.2(5)	3.97			
04	05	04	08	04	08	S3	1.5(6)	4.76			
05	06	05	09	05	09	03	1.8(7)	5.56			
-	-	-	-	06	-	-	-	6.00			
06	07	06	11	06	11	04	2	6.35			
08	09	07	13	07	13	05	2.5	7.94			
-	-	-	-	08	-	-	-	8.00			
09	11	09	16	09	16	06	3	9.525			
-	-	-	-	10	-	-	-	10.00			
11	13	11	19	11	19	07	3.5	11.11			
-	-	-	-	12	-	-	-	12.00			
12	15	12	22	12	22	08	4	12.70			
14	17	14	24	14	24	09	4.5	14.29			
16	19	15	27	15	27	10	5	15.875			
-	-	-	-	16	-	-	-	16.00			
17	21	17	30	17	30	11	5.5	17.46			
19	23	19	33	19	33	13	6	19.05			
-	-	-	-	20	-	-	-	20.00			
22	27	22	38	22	38	15	7	22.225			
-	-	-	-	25	-	-	-	25.00			
25	31	25	44	25	44	17	8	25.40			
32	38	31	54	31	54	21	10	31.75			
-	-	-	-	32	-	-	-	32.00			

( ) Обозначение для малого размера пластин

3

Класс точности

C N M G 12 04 08 - MP



Класс	d	m	t
A	±0.025	±0.005	±0.025
C	±0.025	±0.013	±0.025
H	±0.013	±0.013	±0.025
E	±0.025	±0.025	±0.025
G	±0.025	±0.025	±0.13
J *	±0.05 ~ ±0.15	±0.005	±0.025
K *	±0.05 ~ ±0.15	±0.013	±0.025
L *	±0.05 ~ ±0.15	±0.025	±0.025
M *	±0.05 ~ ±0.15	±0.08 ~ ±0.20	±0.13
N *	±0.05 ~ ±0.15	±0.08 ~ ±0.18	±0.025
U *	±0.08 ~ ±0.25	±0.13 ~ ±0.38	±0.13

\* Стороны основаны на вставки

Класс точности для форм C, E, H, M, O, P, R, S, T, W (Исключительный случай)

d	Допуск по d		Допуск по m	
	J, K, L, M, N	U	M, N	U
6.35	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13
9.525	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13
12.7	±0.08	±0.13	±0.13	±0.20
15.875	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27
19.05	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27
25.4	±0.13	±0.25	±0.18	±0.38

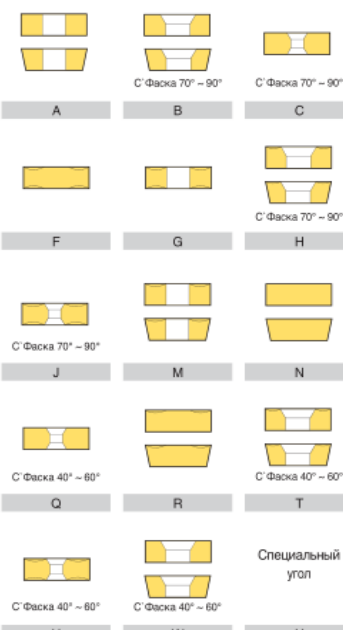
Класс точности для формы D (Исключительный случай)

d	Допуск по d	Допуск по m
6.35	±0.05	±0.11
9.525	±0.05	±0.11
12.7	±0.08	±0.15
15.875	±0.10	±0.18
19.05	±0.10	±0.18

4

Тип СМП

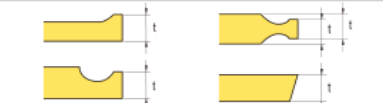
C N M G 12 04 08 - MP



6

Высота СМП

C N M G 12 04 08 - MP




Обозначение		значение радиуса	
Метрическое	Дюймовое	mm	Дюймовое
01	1/2	1.59	1/16
T0	1.125	1.79	9/128
T1	1.2	1.98	5/64
02	1.5(3)	2.38	3/32
T2	1.75	2.78	7/64
03	2	3.18	1/8
T3	2.5	3.97	5/32
04	3	4.76	3/16
05	3.5	5.56	7/32
06	4	6.35	1/4
07	5	7.94	5/16
09	6	9.52	3/8
11	7	11.11	7/16
12	8	12.70	1/2

( ) Обозначение для малого размера пластин

7

Радиус при вершине

C N M G 12 04 08 - MP



Обозначение		значение радиуса	
Метрическое	Дюймовое	Метрическое	Дюймовое
01	0	0.1	0.004
02	0.5	0.2	0.008
04	1	0.4	1/64
08	2	0.8	1/32
12	3	1.2	3/64
16	4	1.6	1/16
20	5	2.0	5/64
24	6	2.4	3/32
28	7	2.8	7/64
32	8	3.2	1/8
00	-	Круглая пластина(дюймовая)	
M0	-	Круглая пластина(метрическая дюймовая)	

8

Тип стружколома

C N M G 12 04 08 - MP

Стружколомы для негативных СМП



Стружколомы для позитивных СМП



Рисунок 9 – Обозначение токарных СМП по ISO компании «KORLOY»



Рисунок 10 – Обозначение державок для наружного точения по ISO компании «KORLOY»



Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет				
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568		Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371
Хвостовик	<div><div> h6 DIN 6535 HA HB HE</div><div>Обращайте внимание на текст под заголовком Указание в описании соответствующего режущего инструмента. <b>Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE:</b> <b>Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE</b></div></div> <div> h6 DIN 1835 B</div> <div> h7</div> <div>Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B</div> <div>Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов</div> <div>Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.</div>							
Длина	 25×D	Длина рабочей части 25× Ø (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обнуженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнужения (D4)
Угол	 180°	Ступенчатый инструмент для цековки 180°		Возможна подача фрезы в этом направлении	 60°	Зенковка с углом при вершине 60°	 90°	Зенкующая ступень
	 90°	Допуск прецизионного инструмента в мкм-диапазоне		Прогрессивная геометрия спиральной канавки		Нерегламентированная фаска на вершине режущей кромки	 45°	Фаска 45° на вершине режущей кромки
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для арамидных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма C		Высокопроизводительные сверла с 6 направляющими ленточками и внутренним подводом СОЖ
Резьба	 MF	Метрическая мелкая резьба	 EG-M	Метрическая резьба для проволоочных вставок	 60°	С углом профиля 60°	 CS 1 → 3 → 1	2-3 шага резьбы Форма C с поднутрением
	<div><b>Примечание по применению метчиков с каналами для охлаждения на синхронных шпинделях:</b> В целях оптимальной смазки (для наибольшего периода стойкости и максимальной эксплуатационной надёжности) со смазочно-охлаждающим маслом или MMS рекомендуется использовать быстросменные резьбонарезные патроны GARANT со встроенной системой микросмазки и минимальной компенсацией длины (MLA) № 33 8100 – 8121.</div> <div></div> <div>Шаг резьбы</div>							
Допуск	H7	Для отверстий с допуском H7	ISO 2 6H	Метрическая резьба ISO Класс применения 2 6H = средний допуск	m7	Ø режущей кромки, допуск m7	-0,007 +0,002	Ø режущей кромки, абсолютные величины допуска
Применение	HPC	High Performance Cutting для максимальной производительности	MTC	Multi Task Cutting Инструмент MTC с пониженной силой резания	TPC		Trochoidal Performance Cutting Динамическое трохоидальное фрезерование	
		Требуются направляющее отверстие и вспомогательное направляющее отверстие		25 bar С внутренним охлаждением, минимальное давление 25 бар. При работе со сверлами от 12×D в систему подачи СОЖ должен быть вставлен фильтр 20 – 25 мкм.				

Рисунок 11 – Обозначение осевого инструмента компании «GARANT» и «HOLEX»



Применение твердосплавных пластин обеспечивает:

- Повышение стойкости на 20-25% по сравнению с напаянными резцами;
- Возможность повышения режимов резания за счет простоты восстановления режущих свойств многогранных пластин путем их поворота;
- Сокращения затрат на инструмент в 2-3 раза; вспомогательного времени на смену и переточку резцов;
- Уменьшения инструментального хозяйства за счет универсальности применения.

Режущий инструмент:

- Резец для наружного точения:

Пластина WNMG080408-B25 «KORLOY».

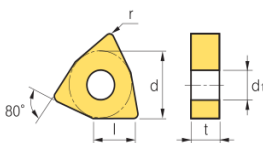
Режимы резания:  $S=0,15\sim0,60$  мм/об ;  $t=1\sim5$  мм.

**WN** ○ ○



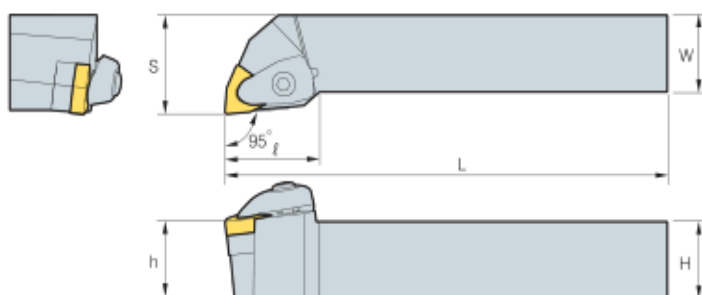
Тригональная форма

**80°** Отрицательная геометрия



Линейные размеры(мм)			
Size	d	t	d1
06	9.525	4.76	3.81
08	12.7	4.76	5.16

Рисунок 12 – Параметры пластины WNMG080408-B25 «KORLOY»



H	W	L	S	h	ℓ
25	25	150	32	25	26

Рисунок 13 – Параметры державки DWLNL2525-M08 «KORLOY»

• Расточной резец, для чернового и чистового растачивания используются две державки с разными пластинами:

Пластина CNMG120408-GS «KORLOY».

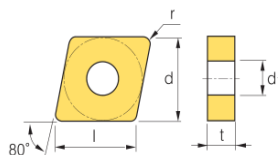
Режимы резания:  $S=0,1\sim0,5$  мм/об ;  $t=1\sim5$ мм.

**CN** ○ ○

Черновое,  
получистовое точение

Ромб

 **80° Отрицательная геометрия**



Линейные размеры(мм)			
Size	d	t	d1
12	12.7	4.76	5.16
16	15.875	6.35	6.35
19	19.05	6.35	7.93
25	25.4	7.94~9.52	9.12

Рисунок 14 – Параметры пластины CNMG120408-GS «KORLOY»

Пластина CNMG120404-LP «KORLOY».

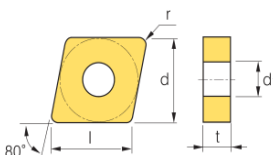
Режимы резания:  $S=0,1\sim0,35$  мм/об ;  $t=0,3\sim2$ м.

**CN** ○ ○

Получистовое,  
чистовое точение

Ромб

 **80° Отрицательная геометрия**



Линейные размеры(мм)			
Size	d	t	d1
12	12.7	4.76	5.16
16	15.875	6.35	6.35
19	19.05	6.35	7.93
25	25.4	7.94~9.52	9.12

Рисунок 15 – Параметры пластины CNMG120404-LP «KORLOY»

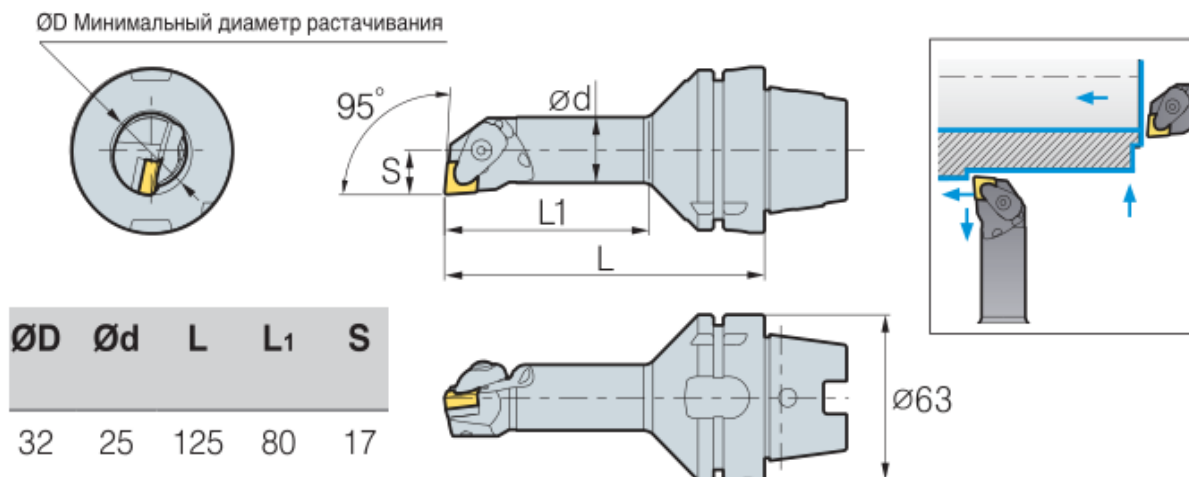


Рисунок 16 – Параметры державки H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY»

- Расточной резец, для расточки глубоких внутренних поверхностей.

Используется пластина одного типа, и две державки – правая и левая:

Пластина VCMT160408-HMP «KORLOY».

Режимы резания:  $S=0,13\sim0,33$  мм/об ;  $t=0,6\sim2,6$ мм.

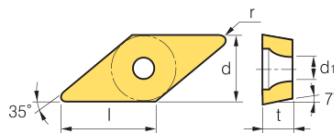
**VC** ○ ○

Получистовое,  
чистовое точение

Ромб

**35° Положительная геометрия**

Передний угол : 7°



Линейные размеры(мм)			
Size	d	t	d1
08	4.76	2.38	2.3
11	6.35	3.18	2.8~3.4
16	9.525	4.76	4.4

Рисунок 17 – Параметры пластины VCMT160408-HMP «KORLOY»

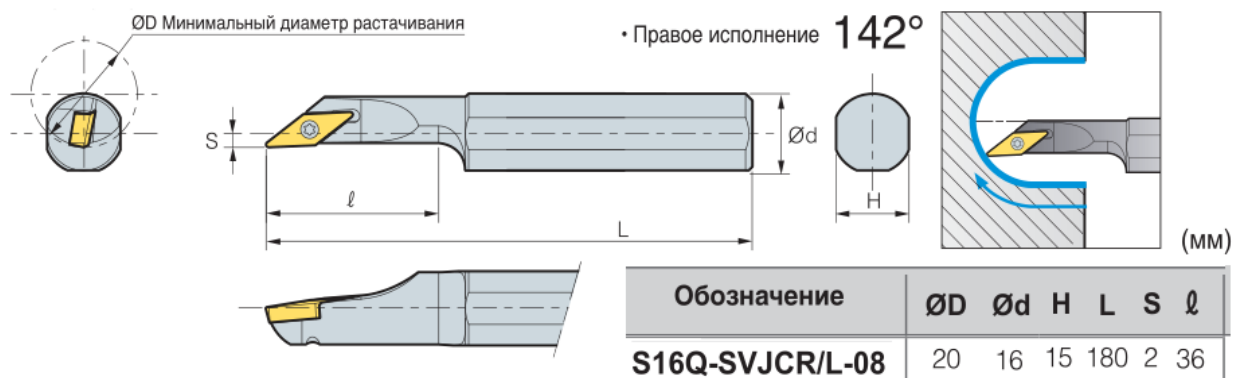


Рисунок 18 – Параметры державки S16Q-SVJCR/L-08 «KORLOY»

- Резец для расточки внутренних канавок:

**СМП**

Точение внутренних канавок



IG

Размеры пластины, мм				
b	g	t	d	d1
2.0	2.3	3.18	6.35	2.8

**Геометрия**

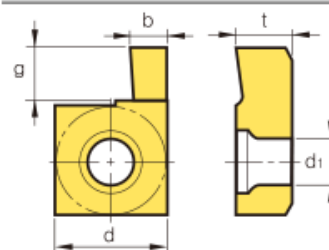


Рисунок 19 – Параметры пластины IG200 «KORLOY»

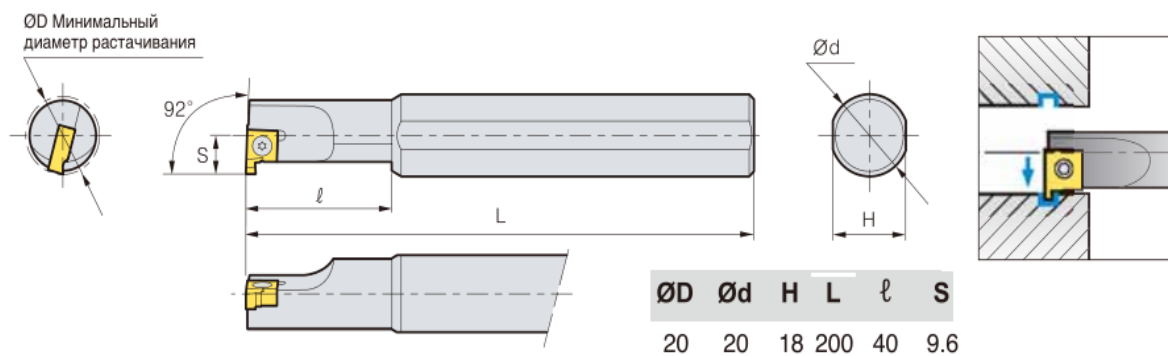


Рисунок 20 – Параметры державки IGH220L «KORLOY»

- Сверло центровочное Ø2,5 111005 «HOLEX»:

HSS DIN 333 Тип A k12 60° h7

номинальный Ø Ø хвостовика 111005

**Центровочное сверло**

Вышлифовано из цельной заготовки и затыловано, со спиральными стружечными канавками.  
Разм. 0,5–0,8 – Одностороннее исполнение.

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласты	Al литые > 10 % Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Al литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	Латунь, бронза	Унив.	Дерево	Пластик	Стекло	Чугун	Литейный	
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	M	M	S	N							
111005	70	45		40	30	25	10	8								80							

номинальный Ø k12 11 1005 для заготовок Ø

Центровочное сверло HSS

мм 2,5 4,14 мм 20 – 30 мм 6,3 мм 45 мм/об 0,03

Рисунок 21 – Параметры сверла центровочного Ø2,5 111005 «HOLEX»

- Сверло Ø6 114020 «HOLEX»:

HSS Тип N h8 118°

**HOLEX. Спиральные свёрла с цилиндрическим хвостовиком**

Катаные, угол спирали, толщ. сердцевинки и её утолщение к хвостовику – стандартные, констр. размеры по DIN 338.

11 4020 – Прочное сверло с усиленной сердцевинкой и небольшой перемычкой у вершины для облегчения засверливания и более точного центрирования перед сверлением.

Стружечные канавки прецизионно катаные.

Прецизионнокатаные (11 4020): профиль обработан давлением, направляющие ленточки дополнительно шлифованные.

11 4020

11 4020

Спиральное сверло HSS прецизионнокатаные N

мм 6 1,56 10 мм 57 мм 93 мм/об 0,07

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласты	Al литые > 10 % Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Al литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Унив.	Дерево	Пластик	Стекло	Чугун	Литейный
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	M	M	S	K						
11 4020		45		40	30	25										25						

Рисунок 22 – Параметры сверла Ø6 114020 «HOLEX»

• Сверло Ø8,5 113260 «GARANT»:



**Garant** Высокопроизводительные короткие сверла

11 3260 – Особо прочное и надёжное благодаря увеличенной толщине сердцевины. Шлифованный профиль, с низкими радиальными биениями.

**Преимущество:**

11 3260 – Идеально для сверления с небольшой глубиной (примерно 2 – 4xD) на станках с ЧПУ и автоматах.



Ø h8	11 3260				
	Короткое сверло HSS-E				Нерж. сталь < 900 N
					f
MM	<b>TIAIN</b>		MM	MM	MM/об
8,5	27,76	5	37	79	0,09

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласты	Al литые > 10 % Si	Al литые < 10 % Si	500 N	750 N	900 N	1100 N	1400 N	55 HRC	60 HRC	65 HRC	67 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.					
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	M	M	S	K	N						
11 3260	56			50	37	31	12						17	13	6		100						

Рисунок 23 – Параметры сверла Ø8,5 113260 «GARANT»

• Сверло Ø16 114020 «HOLEX»:



**HOLEX** Спиральные сверла с цилиндрическим хвостовиком

**Катаные**, угол спирали, толщ. сердцевины и её утолщение к хвостовику – стандартные, констр. размеры по DIN 338.

11 4020 – Прочное сверло с усиленной сердцевиной и небольшой перемычкой у вершины для облегчения засверливания и более точного центрирования перед сверлением.

**Стружечные канавки прецизионно катаные.**

**Примечание:**

11 4020 – Разм. 14–20: хвостовик Ø 13 мм с 3 гранями.



Ø h8	11 4020				
	Спиральное сверло HSS				< 750 N
					f
MM	<b>прецизионнокатаные N</b>		MM	MM	MM/об
16	27,86	1	120	178	0,2



Прецизионнокатаные (11 4020): профиль обработан давлением, направляющие ленточки дополнительно шлифованные.

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласты	Al литые > 10 % Si	Al литые < 10 % Si	500 N	750 N	900 N	1100 N	1400 N	55 HRC	60 HRC	65 HRC	67 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.					
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	M	M	S	K	N						
11 4020	45			40	30	25											25						

Рисунок 24 – Параметры сверла Ø16 114020 «HOLEX»



- Фреза концевая Ø8 191360 «HOLEX»:

**Норма** Тип N e8 3 90° HSS Co8 19 1360

**HOLEX. Мини-фреза**

Геометрия торцевой режущей кромки для врезного фрезерования. **Эксцентричная затыловка.** Хвостовик соотв. DIN 1835 В с допуском h6. Универсальная геометрия режущей кромки. Может использоваться в оправках Weldon и цанговых патронах в качестве **шпоночной и концевой фрезы. Высокая производительность резания,** недорогое исполнение. Для фрезерования пазов.

19 1360

Ø e8 D<sub>c</sub> 12N 19 1360

Мини-фреза HSS-Co8

8 8,33 18 43 8 0,01

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласт с/д/д	Al литые > 10 % Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Al литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.	Дерево	Пластик	Композит	Стекло
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	K	N					
19 1360	83	28	23	23											55						

Рисунок 25 – Параметры фрезы концевой Ø8 191360 «HOLEX»

- Фреза концевая Ø22 191590 «HOLEX»:

**Концевая фреза** DIN 844 B Тип N k10 30-40° h6 DIN 1835 B 4 HSS Co8

Многозубе фрезы. **Эксцентричная затыловка.** 19 1590 – Геометрия торцевой режущей кромки для врезного фрезерования. Удовлетворяет высочайшим требованиям к производительности резания. **Превосходные результаты при сухом фрезеровании.**

19 1590

Ø k10 D<sub>c</sub> 12N 19 1590

Концевая фреза HSS-Co8 TiAlN

22 51,91 4 38 104 20 0,035

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласт с/д/д	Al литые > 10 % Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Al литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.	Дерево	Пластик	Композит	Стекло
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	K	N					
19 1590	120	78	55	55											46	92					

Рисунок 26 – Параметры фрезы концевой Ø22 191590 «HOLEX»

- Фреза концевая Ø24 191280 «GARANT»:

**DIN 844 B** Тип N e8 3 30° h6 DIN 1835 B HSS Co8 19 1280

**Garant. Концевая фреза**

Геометрия торцевой режущей кромки для врезного фрезерования. **Эксцентричная затыловка.**

19 1280

Ø e8 D<sub>c</sub> 12N 19 1280

Концевая фреза HSS-Co8

24 33,04 53 110 25 0,021

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	Al термопласт с/д/д	Al литые > 10 % Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Al литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.	Дерево	Пластик	Композит	Стекло
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	K	N					
19 1280	83	28	23	23											23	55					

Рисунок 27 – Параметры фрезы концевой Ø24 191280 «GARANT»

- Метчик для нарезания внутренней резьбы:

### Метчик M10 134620 «GARANT»



**Метчик машинный для глухих отверстий**

Сталь HSSE-PM для высокой износостойкости, с большой правой спиралью для оптимального удаления стружки.

DIN 371 ≤ M10    DIN 376 ≥ M12





134620

Подходит для/ v <sub>c</sub> [м/мин]	AI термопласт ω/22	AI литые > 10 % Si	AI литые < 500 N	AI литые < 750 N	AI литые < 900 N	AI литые < 1100 N	AI литые < 1400 N	AI литые < 55 HRC	AI литые < 60 HRC	AI литые < 65 HRC	AI литые < 67 HRC	AI литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	Графит, пластик	Унив.	Смазка	Смазка	Смазка	Смазка	Смазка
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	S	N						
134620	15			18	18	18	9															

M

**13 4620**

Метчик машинный

HSS-E-PM

30,30

М10

1,5

100

10

8


8,5

Рисунок 28 – Параметры метчик M10 134620 «GARANT»


- Зенковка, используется для снятия фасок на пяти отверстиях:

### Зенковка Ø20,5 150372 «GARANT».

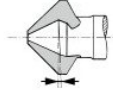
**Зенковки 90°, сверхдлинные**



Все зенковки с 3 режущими кромками, с радиальной затыловкой. Рабочая часть вышлифована из цельной заготовки. Прецизионная зенковка, изготовленная с более жесткими производственными допусками, чем по DIN335-C. Со сверхдлинным цилиндрическим хвостовиком.



150372



Затыловка

наружный Ø	111	15 0372	Мин. Ø зенковки, для отверстий от	L <sub>общ</sub>	L <sub>раб</sub>	Для винтов с потайной головкой DIN 7991	f
мм			мм	мм	мм		мм/об
20,5		90°	3,5	164	10	M10	0,16
		110,63					

Рисунок 29 – Параметры зенковки Ø20,5 150372 «GARANT»

Мерительный инструмент:

Операция 015:

Штангенциркуль ШЦ-I-0-250-0,05 ГОСТ 166-89;

Операция 020:

Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89;

Штангенглубиномер ШГЦ-160-0,01 ГОСТ 162-90;

Штангенциркуль специзделие;

Нутромер НМ 75-175 ГОСТ 10-88;  
 Нутромер НМ 50-75 ГОСТ 10-88;  
 Калибр-скоба 8113-0310 Ø208<sub>-1.15</sub> ГОСТ 18360-93;  
 Калибр-скоба 8113-0315 Ø227<sub>-1</sub> ГОСТ 18360-93;  
 Калибр-пробка 8136-0015 Ø85P7 ПР ГОСТ 14815-69;  
 Калибр-пробка 8136-0115 Ø85P7 НЕ ГОСТ 14816-69;  
 Калибр-пробка специзделие Ø86H9;  
 Калибр-пробка специзделие Ø216,7H9;  
 Калибр-пробка специзделие Ø10H11;  
 Калибр-пробка резьбовая 8221-3044 ПР М10-5Н6Н ГОСТ 18465-73;  
 Калибр-пробка 8136-0017 ПР Ø90P7 ГОСТ 14815-69;  
 Калибр-пробка 8136-0117 НЕ Ø90P7 ГОСТ 14816-69;  
 Калибр-пробка 8136-0018 ПР Ø92H9 ГОСТ 14815-69;  
 Калибр-пробка 8136-0118 НЕ Ø92H9 ГОСТ 14816-69;  
 Калибр-пробка 8133-0930 Ø16H12 ГОСТ 14810-69;  
 Шаблон 8371-0023 0,5×45<sup>0</sup> МН1416-61;  
 Шаблон специзделие 1,6×45<sup>0</sup>;  
 Шаблон специзделие ∠15<sup>0</sup>;  
 Шаблон специзделие 5;  
 Набор радиусных шаблонов №1 ТУ-2-034-228-87;  
 Шаблон R12 №2 ТУ-2-034-228-87;  
 Шаблон R20 №3 ТУ-2-034-228-87;  
 Шаблон 8371-0024 1×45<sup>0</sup> МН1416-61;  
 Шаблон 8371-0012 10×30<sup>0</sup> МН1415-61;  
 Шаблон 8371-0012 10×30<sup>0</sup> МН1415-61;  
 Спецкалибр 3<sup>+0,5</sup><sub>-1</sub>.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2.7. Расчет припусков на механическую обработку

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Есть два основных метода определения припусков на механическую обработки поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков [ 2; 9 ].

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие  $\varnothing 90_{-0,059}^{-0,024}$  изготовленное по 7 качеству точности и результаты всех расчетов заносятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчеты припусков для отверстия  $\varnothing 90_{-0,059}^{-0,024}$

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	T	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	200	300	308,8			87,75	600	87,15	87,75		
Черновое растачивание	50	50	15,44	167,7	$2 \times 851$	89,452	350	89,102	89,452	1,702	1,952
Чистовое растачивание	20	20	0,46	58,39	$2 \times 160$	89,772	220	89,552	89,772	0,27	0,45
Тонкое растачивание	5	5	—	1,75	$2 \times 102$	89,976	35	89,941	89,976	0,204	0,389

Суммарное значение пространственных отклонений найдем по формуле (11):

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (11)$$

где  $\rho_{кор}$  – удельное коробление отливок;

$\rho_{см}$  – суммарное смещение отверстия в отливке.

Удельное коробление отливок найдем по формуле (12):

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2}, \quad (12)$$

где  $\Delta k$  - удельная кривизна заготовки,  $\Delta k = 0,8 \text{ мкм} / \text{мм}$ ;

$l$  - длина обрабатываемого отверстия,  $l = 17,5 \text{ мм}$ ;

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,8 \cdot 90)^2 + (0,8 \cdot 17,5)^2} = 73,35 \text{ мкм}.$$

Суммарное смещение отверстия в отливке находится по формуле (13):

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2}, \quad (13)$$

где  $\delta_B$  - допуск на размер отливки.

Найдем суммарное смещение отверстия по формуле (13):

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{600}{2}\right)^2} = 300 \text{ мкм}.$$

После расчета всех параметров найдем суммарное значение пространственных отклонений  $\rho_d$  по формуле (11):

$$\rho_d = \sqrt{73,35^2 + 300^2} = 308,8 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанную поверхность определяется с помощью коэффициентов уточнения формы:

$$\rho_i = k_y \cdot \rho_i, \quad (14)$$

Величины после коэффициентов уточнения пространственного отклонения согласно формуле (14) следующие:

После чернового растачивания:

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 308,8 = 15,44 \text{ мкм.}$$

После чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,03 \cdot 15,44 = 0,46 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки детали определяется с помощью следующей формулы (15):

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (15)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования детали;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления детали,  $\varepsilon_3 = 140 \text{ мкм.}$

Найдем погрешность базирования детали по формуле (16):

$$\varepsilon_6 = \Delta k \cdot l, \quad (16)$$

$$\varepsilon_6 = 0,8 \cdot 115,5 = 92,4 \text{ мкм.}$$

где  $\Delta k$  - удельная кривизна заготовки,  $\Delta k = 0,8 \text{ мкм/мм};$

$l$  - длина обрабатываемого отверстия,  $l = 17,5 \text{ мм.}$

По формуле (15) находим  $\varepsilon_3$ :

для чернового растачивания:

$$\varepsilon_{32} = \sqrt{92,4^2 + 140^2} = 167,7 \text{ мм.}$$

для чистового растачивания:

$$\varepsilon_{33} = 0,05 \cdot 167,7 + 50 = 58,39 \text{ мм.}$$

для тонкого растачивания:

$$\varepsilon_{34} = 0,03 \cdot 58,385 = 1,75 \text{ мм.}$$

Расчетные минимальные значения припусков определяется по формуле (17):

$$2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (17)$$

Минимальный припуск под растачивание по формуле (17) равен:

черновое:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{308,8^2 + 167,7^2}) = 2 \cdot 851 \text{ мм.}$$

чистовое:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{15,44^2 + 58,39^2}) = 2 \cdot 160 \text{ мм.}$$

тонкое:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{0,46^2 + 1,75^2}) = 2 \cdot 102 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр определяется по формуле (18):

$$d_{pi-1} = D_i - 2Z_{i \min}, \quad (18)$$

$$d_{p4} = 89,976 \text{ мм;}$$

$$d_{p3} = 89,976 - 0,204 = 89,772 \text{ мм;}$$

$$d_{p2} = 89,772 - 0,32 = 89,452 \text{ мм;}$$

$$d_{p1} = 89,452 - 1,702 = 87,75 \text{ мм;}$$

Наибольшие предельные размеры  $d_{\max}$  равняется расчетному размеру  $d_p$ .

Минимальный диаметр заготовки находится путем вычитания из наибольшего предельного размера допуска, формула (19):

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta, \quad (19)$$

$$d_{\min 4} = 89,976 - 0,035 = 89,941 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = 89,772 - 0,22 = 89,552 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 89,452 - 0,35 = 89,102 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 87,75 - 0,6 = 87,15 \text{ мм}.$$

Минимальные предельные значения припусков  $2Z_{\min}^{np}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\max} - d_{\max-1}, \quad (20)$$

$$2Z_{\max 4}^{np} = 89,976 - 89,772 = 0,204 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 3}^{np} = 89,772 - 89,452 = 0,32 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2}^{np} = 89,452 - 87,75 = 1,702 \text{ мм}.$$

Максимальные предельные значения припусков  $2Z_{\max}^{np}$  равны разности наименьших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\min} - d_{\min-1}, \quad (21)$$

$$2Z_{\min 4}^{np} = 89,941 - 89,552 = 0,389 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 3}^{np} = 89,552 - 89,102 = 0,45 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2}^{np} = 89,102 - 87,15 = 1,952 \text{ мм}.$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{\max i}^{np} - 2Z_{\min i}^{np} = \delta_i - \delta_{i-1}, \quad (22)$$

Черновое растачивание:

$$1,952 - 1,702 = 0,6 - 0,35 = 0,25 \text{ мм};$$

Чистовое растачивание:

$$0,45 - 0,27 = 0,35 - 0,22 = 0,2 \text{ мм};$$

Тонкое растачивание:

$$0,389 - 0,204 = 0,22 - 0,035 = 0,185 \text{ мм}.$$

Общие припуски  $2Z_{0\min}^{np}$  и  $2Z_{0\max}^{np}$  определяются суммированием промежуточных припусков на обработку:

$$2Z_{0\min}^{np} = 1,702 + 0,27 + 0,254 = 2,226 \text{ мм};$$

$$2Z_{0\max}^{np} = 1,952 + 0,45 + 0,389 = 2,791 \text{ мм}.$$

Рассчитаю общий номинальный припуск  $Z_{0\text{ном}}$  по формуле (23):

$$Z_{0\text{ном}} = 2Z_{0\min}^{np} + ESD_{\text{заг}} - ESD_{\delta}, \quad (24)$$

где  $ESD_{\text{заг}}$ ,  $ESD_{\delta}$  - нижнее предельное отклонение диаметров заготовки и детали.

И так общий номинальный припуск по формуле (24) равен:

$$Z_{0\text{ном}} = 2,226 + 1,8 - 0,059 = 3,967 \text{ мм}.$$

После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изображу их схематично на рисунке 30.

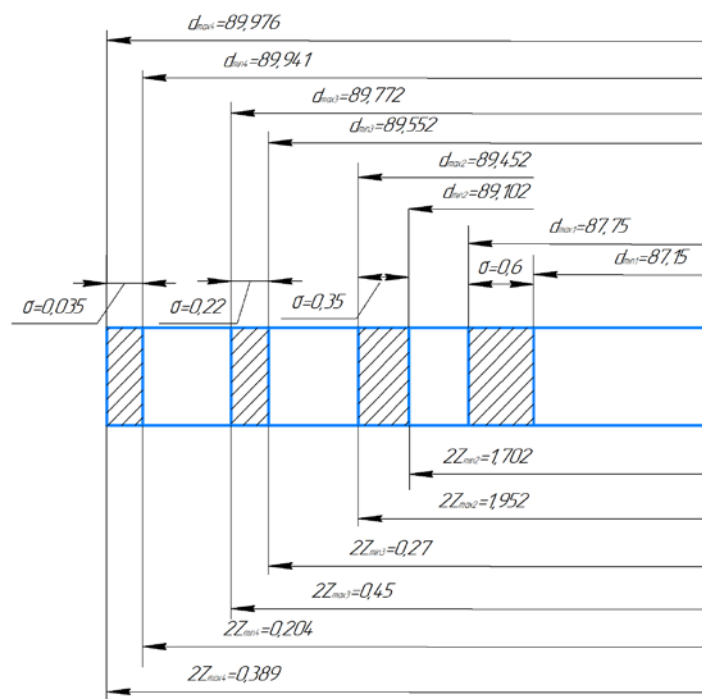


Рисунок 30 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку внутреннего отверстия  $\varnothing 90P7$

Опытно – статистический (табличный) метод расчет припусков [15].

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т. е. на все, кроме одной, рассчитываемой аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85), которые занесу в таблицу 14.

Таблица 14 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
7	$\varnothing 208_{-1,15}$	3,5	4,4	+2,2	-2,2
15	$46^{+1,5}_{-1}$	3,5	3,2	+1,6	-1,6
19	$114_{-0,37}$	3,5	4	+2	-2
24	$21^{+0,5}$	3,5	2,4	+1,2	-1,2
21	$35^{+0,62}$	1,2	3,2	+1,6	-1,6
27	$15^{+3}_{-1}$	2,5	2,4	+1,2	-1,2
14	$\varnothing 227_{-1}$	3,5	4,4	+2,2	-2,2
39	5 пазов - 40	2,5	2,8	+1,4	-1,4

## 2.8. Выбор режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , мм; подачей на оборот  $S_0$ , мм/об; скоростью резания  $V$ , м/мин.

Исходными данными при выборе режимов резания являются:

1.Хсведения о заготовке (вид, материал, величина припусков, состояние поверхностного слоя);

2.Характеристика обрабатываемой детали (форма, размеры, допуски на обработку, требования к состоянию поверхностного слоя, к шероховатости);

3.Параметры режущего инструмента (типоразмер, материал режущей части, геометрические параметры);

4.Паспортные данные станков.

Рассчитаю режимы резания для операции 015 – Токарная.

Деталь «Ступица ведущего моста»;

Изготовлена из стали 35Л;

Заготовка – отливка;

Станок – токарно-винторезный модели 1М63.

На данной операции производится подготовка черновой базы, а именно подрезка торца и протачивание наружной поверхности. Деталь установлена в центра грибкового типа, один из центров является рифленным [23].

Глубина резания:  $t=2,5$ мм.

Подача согласно справочнику для чернового наружного точения равна  $S=0,8-1,3$  мм/об, что входит в диапазон предельных продольных рабочих подач суппорта станка  $0,033...5,6$  мм/об, поэтому подачу выберу раной  $S=1$  мм/об. [20,стр. 266 табл.11].

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55



Далее рассчитаем скорость резания по эмпирической формуле (25) [20]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (25)$$

где  $C_v$  – коэффициент, характеризующий материал заготовки и резца;

$T$  – стойкость инструмента, равняется 60 мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент;

$m, x, y$  – показатели степени.

Общий поправочный коэффициент находится по формуле (26):

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV}, \quad (27)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{PIV}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IIV}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Находим поправочные коэффициенты по формуле (28)

[10.табл.1-4,стр.261-263]:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}, \quad (28)$$

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 = 1,42;$$

$$K_{PIV} = 0,8 \text{ [20, стр.263 табл. 5,];}$$

$$K_{IIV} = 1 \text{ [20, стр.263 табл. 6,];}$$

По формуле (27) найдем общий поправочный коэффициент:

$$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,136;$$

Коэффициент  $C_v$  и показатели степени  $m, y, x$  [20, стр.269 табл.17]:

$$C_v = 280; m = 0,2; y = 0,45; x = 0,15.$$

Далее найдём скорость резания подставив все найденные значения в формулу (25):

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 1,136 = 122,24 \text{ м / мин.}$$

После расчёта скорости резания можно рассчитать число оборотов шпинделя по формуле (29):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (29)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой детали.

И так ,по формуле (29) число оборотов шпинделя равно:

$$n = \frac{1000 \cdot 122,24}{3,14 \cdot 229} = 170 \text{ об / мин.}$$

Ориентируясь на вышеприведенные технические характеристики станка 1М63 данное значение скорости, входит в интервал возможных скоростей станка.

Расчёт окончен.

Для остальных переходов режимы резания выбираем по каталогам и сведем в таблицу 15 [ 5; 6; 7; 20 ].

Таблица 15 – Параметры режимов резания всех переходов обработки

Операция	Пере ходы	Глубина резания, $t$ , мм	Подача на оборот, $S$ , мм/об	Расчётная частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин
015	1	2,5	1	170	122,24
	2	2,5	1	170	122,24
020 Установ А	1	2,5	0,3	386	255
	2	1	0,2	308	201
	3	2	0,4	790	206
	4	0,3	0,15	900	240
	5	2	0,15	790	212
	6	1,25	0,03	3185	25
	7	3	0,07	1592	30
	8	4,25	0,09	1386	37
	9	1	0,03	916	23
	10	1,5	1,5	573,25	18
	11	1,25	0,03	3185	25
	12	3	0,07	1592	30
	13	5	0,2	597	30
	14	2,5	0,14	796,55	55
020 Установ Б	1	1	0,2	350	252
	2	1	0,2	362	258
	3	2,5	0,3	375	253
	4	0,5	0,2	390	265
	5	2	0,3	790	218
	6	0,5	0,2	900,00	254
	7	2	0,15	790,00	224
	8	1	0,3	466,00	244
	9	1	0,3	450,00	258
	10	2	0,2	850,00	256
	11	1,6	0,16	466,06	30
	12	5	0,063	610,40	23

## 2.9. Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно – технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции [13].

Все расчеты произведу для операции 015 – Токарная.

Технические нормы времени в условиях среднесерийного производства устанавливаются расчётно–аналитическим методом по нижеприведенным формулам [9, стр.99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (30)$$

$$T_{шт} = t_O + t_B + t_{ОБ} + t_{ОТ}, \quad (31)$$

где  $T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;

$n$  – количество деталей в партии, шт.;

$t_O$  – основное время, мин;

$t_B$  – вспомогательное время, мин;

$t_{ОБ}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{ОТ}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.;

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы [9, стр.100]:

$$t_B = t_{y.c} + t_{з.о} + t_{yn} + t_{из}, \quad (32)$$

где  $t_{y.c}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{yn}$  – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$  – время на измерение детали, мин.;

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим время на установку и снятие детали [8]:

$$t_{y.c} = 0,36 \text{ мин.}$$

Определим время на закрепление и открепление детали [8]:

$$t_{з.о} = 0,26 \text{ мин.}$$

Определим время на приемы управления [8]:

$$t_{yn} = 0,3 \text{ мин.}$$

Время на измерение детали [8]:

$$t_{из} = 0,21 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время по формуле (32):

$$t_B = 0,36 + 0,26 + 0,3 + 0,21 = 1,13 \text{ мин.}$$

Основное время  $t_o$  рассчитывается по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов по формуле (33):

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_M}, \quad (33)$$

где  $l$  – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

$i$  – число ходов;

$S_M$  – минутная подача.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности находится по формуле (34) [4, стр.101]:

$$l = l_o + l_{ep} + l_n + l_{cx}, \quad (34)$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм.;

$l_{ep}$  – длина врезания инструмента, мм.;

$l_n$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм.;

$l_{cx}$  – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Определим длину обрабатываемой поверхности в направлении подачи:

$$l_o = 65,95.$$

Длина подвода инструмента к заготовке и длина перебега (схода) инструмента равны [8]:

$$l_n = 4 \text{ мм};$$

$$l_{cx} = 2 \text{ мм}.$$

Длина врезания инструмента  $l_{вр} = 4 \text{ мм}.$

Определим расчетную длину обрабатываемой поверхности по формуле (34):

$$l = 65,95 + 4 + 4 + 2 = 75,95 \text{ мм}.$$

Переведем подачу  $S_0, \text{мм/об}$  в  $S_m, \text{мм/мин}$  по формуле (35) [20]:

$$S_m = S_0 \cdot n, \quad (35)$$

где  $S_0$  – подача на оборот, мм/об;

$n$  – число оборотов детали, об/мин.

Согласно формуле (35) минутная подача равна:

$$S_m = 1 \cdot 170 = 170 \text{ мм/мин}.$$

Определим основное время по формуле (33):

$$t_o = \frac{75,95 \cdot 1}{170} = 0,45 \text{ мин}.$$

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем, и рассчитывается по формуле (36) [9, стр.101]:

$$t_{оп} = t_o + t_B, \quad (36)$$

$$t_{оп} = 0,45 + 1,13 = 1,58 \text{ мин}.$$

Время на обслуживание рабочего места – 3,5% от оперативного времени:

$$t_{об} = 0,055 \text{ мин} [8].$$

Время перерывов на отдых и личные надобности – 4% от оперативного времени:

$$t_{от} = 0,063 \text{ мин} [8].$$

По формуле (31) определим штучное время на обработку детали:

$$T_{шт} = 1,58 + 0,055 + 0,063 = 1,698 \text{ мин.}$$

Трудоемкость операции определяется по формуле(30):

$$T_{ш-к} = \frac{24}{21} + 1,698 = 2,84 \text{ мин.}$$

Для остальных операций все значения представлю в таблице 16.

Таблица 16 – Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин.

№ операции	Основное время на операцию, $t_o$ , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_v$ , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$ , мин.	Время на обслужива ние, $t_{ОБ}$		Время на отдых $t_{ОТ}$ .		Штучное время, $T_{шт}$ , мин.	Подготовительно заключительное время на партию, $T_{п-з}$ ;мин	Величина партии, шт.	Штучно- калькуляционное время, $T_{ш-к}$ мин
				%	мин.	%	мин.				
015	0,45	1,13	1,58	3,5	0,055	4	0,063	1,698	24	21	2,84
020	43	7	50	3,5	1,75	5	2,5	51,25	30		52,68

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для дипломного проекта управляющая программа будет разработана в системе ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

#### 3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

Станки с ЧПУ являются основными средствами технического оснащения технологического процесса производства деталей. Эффективное программное обеспечение станков с ЧПУ позволяет реализовать цепочку процессов, которая обеспечивает максимальную производительность предприятия [18].

Компания SIEMENS является лидером в области по выпуску систем ЧПУ. Во всем мире стойки компании SIEMENS SINUMERIK 840D sl применяется для токарной, сверлильной и фрезерной обработки. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий.

Система управления органами станка SINUMERIK 840D sl обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых станках. Работа в данной системе облегчается тем, что в ней используются постоянные циклы обработки по контуру, сверления, фрезерования и т.д., а ещё так же используются G и M функции для полного и правильного программирования.

#### 3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования.

Перечень подготовительных и вспомогательных функций для программирования приведен в таблицах 17, 18 [11].

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 17 – Подготовительные функции

Подготовительные функции (G коды)	Описание
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости XZ
G19	Выбор плоскости YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G54 - 57	Заданное смещение
G94	Скорость подачи (F) в мм/мин
G95	Скорость подачи (F) в мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении

Таблица 18 – Вспомогательные функции

Вспомогательные функции (M коды)	Описание
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов (отключение) шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом включить по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом включить против часовой стрелке
M2=5	Инструмент с механическим приводом выключить
M6	Смена инструмента
M8	Включение СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы ,переход на начало программы

### 3.3. Разработка управляющей программы

Управляющая программа разработана для операции 020 Токарная с ЧПУ. Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 19, вся управляющая программа в приложении Г.

Таблица 19 – Фрагмент управляющей программы

Кадры управляющей программы	Расшифровка управляющей программы
1	2
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
t1 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g18 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
g96 s255 lims=386 F0.3 m3 m8	Постоянная скорость резания при точении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE95("contur1",2.5,0,0,1,0.3,0.3,0.3,209,0,0,0)	Вызов постоянного цикла снятия припуска, черновая обработка по наружному контуру
m9	отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
t2 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g18 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
g96 s201 lims=308 F0.2 m3 m8	Постоянная скорость резания при точении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE95("contur2",1,0,0,1,0.2,0.2,0.3,5,0,0,0)	Вызов постоянного цикла снятия припуска, финишная обработка по наружному контуру
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
t3 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g18 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
g96 s206 lims=790 F0.4 m3 m8	Постоянная скорость резания при точении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE95("contur3",2,0,0,1,0.4,0.4,0.4,211,0,0,0)	Вызов постоянного цикла снятия припуска, черновая обработка по внутреннему контуру
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку

Продолжение таблицы 19 – Фрагмент управляющей программы

1	2
t4 d1	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g18 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
g96 s240 lims=900 F0.15 m3 m8	Постоянная скорость резания при точении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ.
CYCLE95("contur4",0. 3,0,0,1,0.15,0.15,0.15,7 ,0,0,0)	Вызов постоянного цикла снятия припуска, финишная обработка по внутреннему контуру
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
t5 d2	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
g0 g54 g90 g18 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
g96 s212 lims=790 F0.15 m3	Постоянная скорость резания при точении, заданная скорость резания, число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке.
CYCLE93(85,- 44,3,0.5,0,0,0,0, 0,0,0,0,0,1,0,13,5)	Вызов постоянного цикла точения канавки, внутренняя обработка
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
g0 g90 g54 g95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, скорость подачи в мм/об
g18	Плоскость XZ
spos=0	Главный шпиндель повернуть в 0 градусов по оси С
t6	Выбор инструмента
m6	Смена инструмента
setms(2)	Вращение приводного инструмента
s2=3185 m2=3	Число оборотов фрезерного шпинделя, вращение по часовой стрелки фрезерного шпинделя
transmit	Трансформация осей
diamof	Отмена диаметральных размеров
g17	Плоскость ХУ
g0 x52 z1 y0	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
m8	Включение СОЖ
F0.03	Подача
CYCLE82(1,0,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=60	Главный шпиндель повернуть на 60 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(1,0,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=120	Главный шпиндель повернуть на 120 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(1,0,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла

Окончание таблицы 19 – Фрагмент управляющей программы

1	2
spos=180	Главный шпиндель повернуть на 180 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(1,0,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=240	Главный шпиндель повернуть на 240 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(1,0,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=300	Главный шпиндель повернуть на 300 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(1,0,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части проекта выполнен расчет капитальных затрат и определен экономический эффект от проектируемого технологического процесса. Сравнение вариантов базового и проектируемого технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому варианту и определяется условно-годовая экономия [28].

##### 4.1. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле (37) [28,стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (37)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени,  $k_{вн} = 1 \div 1,2$ ;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, 0,75–0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по следующей формуле (38) [28,стр. 22]:

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (38)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.};$$

- при трёхсменной работе (проектируемый вариант для станка с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2% рабочего времени универсального оборудования и 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (38), составляет:

Для универсального оборудования при двухсменной работе:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч.}$$

Для станка с ЧПУ марки DMG MORI CTX beta 800 TC при трехсменной работе:

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч.}$$

Для базового технологического процесса ранее было рассчитано количество оборудования, его загрузка и количество операций выполняемых на этом оборудовании, все данные приведены в таблице 6 пояснительной записки.

Для проектируемого варианта определим количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени из таблицы 16.

$$q_{1M63} = \frac{2,84 \cdot 900}{3867 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,013 \text{ шт.}$$

$$q_{CTX} = \frac{52,68 \cdot 900}{5386 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,178 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений определяем принятое число рабочих мест ( $q_{п}$ ), округляя до ближайшего целого полученное значение ( $q_{р}$ ).

Данные по расчетам сводим в таблицу 20 для проектируемого варианта.

Таблица 20 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_p$	Принимаемое количество станков, $q_{п}$
1M63	2,84	0,013	1
CTX	52,68	0,178	1
	$\Sigma t = 55,52$		$\Sigma q_{п} = 2$

Определив расчетное количество оборудования, можно рассчитать среднюю загрузку оборудования по проектируемому варианту согласно формуле (39) [9,стр.35]:

$$\eta_3 = \frac{q_p}{q_{п}}, \quad (39)$$

где  $q_p$  – расчетное количество оборудования на операции;

$q_{п}$  – принятое количество оборудования на операции.

$$\eta_3 = \frac{0,191}{2} = 0,1.$$

## 4.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 21 по базовому варианту, в таблице 22 по проектируемому варианту.

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Вертикально фрезерный	654	1	13	13	350	20	370	370
Токарный п/а	1Б284-6	2	22	44	710	60	770	1540
Токарный п/а	TZC-32	2	18	36	690	35	725	1450
Вертикально-фрезерный	6Н13	1	7	7	280	33	313	313
Агрегатный	11А809Н	1	16	16	205	70	275	275
Радиально-сверлильный.	2Н55	2	4	8	315	50	365	730
Итого				124		268		4678

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	1М63	1	13	13	770	60	830	830
Токарно-фрезерный с ЧПУ	СТХ beta 800 ТС	1	33	33	19152,589	700	19852,859	19852,859
Итого				46				20682,589



#### 4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле(40) [28,стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_Э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u, \quad (40)$$

где  $Z_M$  – затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{ЗП}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_Э$  – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_u$  – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

*Затраты на материал заготовки:*

Так как ранее было приведено сравнение вариантов изготовления заготовок, то стоимость затрат на материал заготовки возьмем от туда.

Для базового технологического процесса  $Z_{MB} = 3265,35$  руб.

Для проектируемого технологического процесса  $Z_{МП} = 2278,25$  руб.

Рассчитаем затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали:

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. по формуле (41) [28,стр. 26]:

$$З_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕЧ} \cdot k_p, \quad (41)$$

где  $C_m$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{МН}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание

( $k_{МН} = 1$ );

$k_{ДОП}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату

( $k_{ДОП} = 1,2$ );

$k_{ЕЧ}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{ЕЧ} = 1,3$ );

$k_p$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ( $k_p = 1,15$ ).

Численность станочников вычисляем по формуле(42) [28,стр. 26]:

$$Ч_{СТ} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{МН}}{F_p \cdot 60}, \quad (42)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$k_{МН}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$k_{МН} = 1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней;

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет  $F_p = 1685$  ч.

Рассчитываем заработную плату производственных рабочих и их численность по формулам (40) и (41).

Результаты вычислений сводим, по базовому варианту в таблицу 23, а по проектируемому варианту в таблицу 24.

Таблица 23 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	152,4	25	113,92	0,22
Токарная	3	181,6	21,4	116,20	0,19
Токарная	3	181,6	18,3	99,37	0,16
Токарная с ПУ	4	201,1	22	132,28	0,2
Токарная с ПУ	4	201,1	29,6	177,98	0,26
Фрезерная	3	152,4	5,4	24,61	0,05
Агрегатная	3	160	26,8	128,21	0,24
Сверлильная	3	130,6	9	35,14	0,08
Сверлильная	3	130,6	6,6	25,77	0,06
Итого:				853,48	1,46

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	3	160	2,84	13,49	0,03
Токарно-фрезерная с ЧПУ	5	322,12	52,68	507,44	0,47
Итого:				520,93	0,5

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле (43) [28,стр. 27]:

$$Z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot \chi_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}}, \quad (43)$$

где  $C_T^{ВСП}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$F_P$  – действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

$N_{ГОД}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$\chi_{ВСП}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников.

Численность станочников в базовом варианте составляет  $\chi_{ВСП} = 1,46$  чел.

Рассчитаем показатели численности и заработной платы по базовому варианту для транспортных рабочих и контролеров.

Численность транспортных рабочих составляет:

$$Ч_{ВСПТ} = 1,46 \cdot 0,05 = 0,073 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 1,46 \cdot 0,07 = 0,102 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,073 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 22,8 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,102 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 31,87 \text{ руб.}$$

Рассчитаем показатели численности и заработной платы по проектируемому варианту для транспортных рабочих и контролеров.

Численность станочников в проектируемом варианте составляет

$$Ч_{ВСП} = 0,5 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет

$$Ч_{ВСПТ} = 0,5 \cdot 0,05 = 0,025 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет

$$Ч_{ВСПК} = 0,5 \cdot 0,07 = 0,035 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,025 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 7,81 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,035 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{900} = 10,94 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому из вариантов, сведем в таблицы 25 и 26 соответственно.

Таблица 25 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,073	22,8
Контролер	123,3	0,102	31,87
Итого		0,175	54,67

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,025	7,81
Контролер	123,3	0,035	10,94
Итого		0,06	18,75

Определим затрат на одну деталь по заработной плате основных и вспомогательных рабочих:

Для базового технологического процесса:

$$Z_{зпб} = 853,48 + 54,67 = 908,15 \text{ руб.}$$

Для проектируемого технологического процесса:

$$Z_{зпн} = 520,93 + 18,75 = 539,68 \text{ руб.}$$

Определим затраты на электроэнергию [28, стр.28]:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вp}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (44)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков  $k_N = 0,2 \div 0,4$ );

$k_{\text{вp}}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства  $k_{\text{вp}} = 0,7$ ;

$k_{\text{од}}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{\text{од}} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{\text{од}} = 1$  – при одном двигателе;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{\text{вн}} = 1,02$ ;

$C_{\text{э}}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_{\text{э}} = 6,38$  руб.

Производим расчеты для базового варианта по формуле(44):

$$Z_{\text{э654}} = \frac{25 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 25}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 6,66 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по базовому варианту сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
654	13	25	6,66
1Б284-6	22	21,4	9,64
1Б284-6	22	18,3	8,24
TZC-32	18	22	8,11
TZC-32	18	29,6	10,91
6Н13	7	5,4	0,77
11А809Н	16	26,8	8,78
2Н55	4	9	0,74
2Н55	4	6,6	0,54
Итого			54,39

Затраты на электроэнергию для базового варианта составляют:  
 $Z_{ЭБ} = 54,39$  руб.

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле(44):

$$Z_{ЭМ63} = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 2,84}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,76 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по проектируемому варианту сводим в таблицу 28.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
1М63	13	2,84	0,76
CTX beta 800 TC	37	52,68	6,26
Итого			7,02

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта составляют  
 $Z_{ЭП} = 7,02$  руб.



Определим затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (45) [28, стр. 29]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (45)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле (46) [28, стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (46)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амБ} = 12\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 6\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3867$  ч. и  $F_{обНОВ} = 5386$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{ВН}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{ВН} = 1,02$ .

Произведем расчет для амортизационных отчислений от стоимости технологического оборудования для базового варианта по формуле (46):

$$C_{ам654} = \frac{370000 \cdot 0,12 \cdot 25}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 5,52 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определяем по следующей формуле (47):

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{BH}}, \quad (47)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{рем}$  – норма ремонтных отчислений,  $H_{амБ} = 2\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 2\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3867$  ч. И  $F_{обНОВ} = 5386$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{BH}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{BH} = 1,02$ .

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования для базового варианта по формуле (47):

$$C_{рем654} = \frac{370000 \cdot 0,02 \cdot 25}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,92 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту заносим в таблицу 29.

Таблица 29 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
654	370	1	12	2	25	5,52	0,92
1Б284-6	1540	2	12	2	39,7	36,47	6,08
TZC-32	1450	2	12	2	51,6	44,63	7,44
6Н13	313	1	12	2	5,4	1,01	0,17
11А809Н	275	1	12	2	26,8	4,4	0,73
2Н55	730	2	12	2	15,6	6,79	1,13
Итого:						98,82	16,47

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта по формуле(45)

$$Z_{обБ} = 98,82 + 16,4 = 115,22 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта заносим в таблицу 30.

Таблица 30 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
1М63	830	1	12	2	2,84	1,41	0,23
СТХ beta 800 TC	19852,589	1	6	2	52,68	223,96	74,65
Итого:						225,37	74,88

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемого варианта по формуле(45)

$$Z_{обП} = 225,37 + 74,88 = 300,25 \text{ руб.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента:*

Затраты на эксплуатацию цельного инструмента вычисляются по формуле (48) [28 , стр. 30]:

$$Z_{II} = \frac{C_{II} + \beta_n \cdot C_n}{T_{cm} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{II}, \quad (48)$$

где  $C_{II}$  – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  - число переточек;

$C_n$  – стоимость одной переточки;

$T_{cm}$  – период стойкости инструмента;

$T_m$  – машинное время;

$\eta_{II}$  - коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{II} = 0,98$ ;

Произведем расчет затрат на инструмента по базовому варианту по формуле (48):

$$Z_{II} = \frac{12366 + 8 \cdot 45}{60 \cdot (8 + 1)} \cdot 5,6 \cdot 0,98 = 25,30 \text{ руб.}$$

Полученные значения затрат на инструмент для всех остальных инструментов базового варианта занесем в таблицу 31.

Таблица 31 – Параметры инструмента базового технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машинное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
305	Фрезерная головка Ø330 P6M5	12366	8	60	5,6	45	0,98	25,30
	Фреза концевая Ø40 P6M5	1800	8	60	19,4	45	0,98	14,88
315	Резец 2100-0051 T15K6	125,6	10	45	4	45	0,98	1,09
	Резец 2141-0042 T5K10	120,8	10	45	6,2	45	0,98	1,68

Продолжение таблицы 31 – Параметры инструмента базового технологического процесса

1	2	3	4	5	6	7	8	9
315	Резец 2102-0060 T15K6	170,9	10	45	0,9	45	0,98	0,26
	Резец 2102-0059 T15K6	154,2	10	45	4,6	45	0,98	1,32
	Резец 2141-0026 T5K10	126,5	10	45	3,5	45	0,98	0,96
	Резец 2102-1106 T15K6	128	10	45	2,2	45	0,98	0,6
320	Резец 2100-0051 T15K6	125,6	10	45	6	45	0,98	1,64
	Резец 2141-0042 T5K10	120,8	10	45	5,2	45	0,98	1,41
	Резец 2102-0060 T15K6	170,9	10	45	2,1	45	0,98	0,62
	Резец 2102-0059 T15K6	154,2	10	45	1,69	45	0,98	0,48
320	Резец 2141-0026 T5K10	126,5	10	45	0,8	45	0,98	0,22
	Резец 2102-1106 T15K6	128	10	45	2,51	45	0,98	0,69
450	Резец 6162-3842 T15K6	175	10	45	3,95	45	0,98	1,17
	Резец 2103-0009 T15K6	196,5	10	45	6,25	45	0,98	1,91
	Резец 2102-0021 T15K6	184,6	10	45	4,9	45	0,98	1,47
	Резец 6168-4540 T15K6	190	10	45	5,6	45	0,98	1,7
	Резец канавочный 6162-3947 T15K6	200	10	45	1,3	45	0,98	0,4
455	Резец 6162-3842 T15K6	175	10	45	4,14	45	0,98	1,23
	Резец 2103-0009 T15K6	196,5	10	45	2,52	45	0,98	0,77
	Резец 2102-0021 T15K6	184,6	10	45	12,59	45	0,98	3,78
	Резец 6168-4540 T15K6	190	10	45	8,9	45	0,98	2,7
	Резец канавочный 6162-3947 T15K6	200	10	45	1,45	45	0,98	0,45

Окончание таблицы 31 – Параметры инструмента базового технологического процесса

1	2	3	4	5	6	7	8	9
465	Фреза Ø25 2223-0011 P6M5	1025	8	60	5,4	45	0,98	2,66
475	Сверло Ø7 2300-7183 P6M5 (6шт)	355,18	8	60	6	45	0,98	1,52
	Сверло Ø14 P6M5 (5шт)	589,23	8	60	7,29	45	0,98	2,46
	Зенкер Ø9,8 6111-3063 P6M5(6шт)	1121,5	8	60	3,6	45	0,98	1,89
	Сверло Ø8,5 2300-7184 P6M5 (6шт)	403,5	8	60	2,63	45	0,98	0,71
	Зенкер Ø15,6 6111-3064 P6M5(5 шт)	1300	8	60	2,3	45	0,98	1,36
	Развертка Ø10,2 6121-2025 P6M5(6шт)	1590	8	60	2,69	45	0,98	1,86
480	Развертка Ø16H9 6121-2025 P6M5(5шт)	1820	8	60	2,29	45	0,98	1,77
	Метчик M10 6132-1021 P6M5	1322	8	60	9	45	0,98	5,38
490	Зенковка Ø20,5 P6M5	470	8	60	6,6	45	0,98	1,95
Итого:								88,26

Определив затраты на каждый инструмент, просуммируем затраты по каждому инструменту и получим  $Z_{инт} = 88,26$  руб.

Так как в проектируемом технологическом процессе используется цельный инструмент из твердосплавного материала, затраты на его использование посчитаем по формуле (48) и занесем все полученные данные в таблицу 32.

Таблица 32 – Параметры инструмента проектируемого технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машинное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
015	Резец 2102-1106 T15K6 ГОСТ 18877-73	152,22	10	60	2,84	45	0,98	3,17
020	Сверло центровочное Ø2,5 111005	299,74	8	100	1,28	45	0,9	1,41
	Сверло Ø6 114020	112,94	8	90	7,04	45	0,9	6,52
	Сверло Ø8,5 113260	2009,82	8	90	3,02	45	0,9	9,16
	Сверло Ø16 114020	2017,06	8	90	3,41	45	0,9	10,37
	Фреза концевая Ø8 191360	603,09	8	100	4,45	45	0,9	6,24
	Фреза концевая Ø24 191280	4592,1	8	100	0,96	45	0,9	5,18
	Фреза концевая Ø22 191590	3774,81	8	100	3,82	45	0,9	17,48
	Метчик M10 134620	2193,72	8	120	0,36	45	0,9	0,95
	Зенковка Ø20,5 150372	8009,61	8	120	0,69	45	0,9	5,16
Итого:								65,63

Определив затраты на каждый инструмент, просуммируем затраты по каждому инструменту и получим  $Z_{инт} = 65,63$  руб.

Далее рассчитаем затраты на современный прогрессивный инструмент.

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле (49) [22]:

$$Z_{ЭИ} = (C_{ПЛ} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{СТ} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (49)$$

где  $Z_{ЭИ}$  – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{ПЛ}$  – цена сменной многогранной пластины, руб.;

$n$  – количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{корп}$  – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$C_{компл}$  – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{компл}$  – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации,  $k_{компл} = 3$ ;

$Q$  – количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

$N$  – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

$b_{фи}$  – коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{маш}$  – машинное время, мин;

$T_{СТ}$  – период стойкости инструмента, мин.



Рассчитаем затраты на прогрессивный инструмент по формуле (49):

$$Z_{эл} = (32,112 \cdot 1 + (6145,24 + 3 \cdot 441,12) \cdot 350^{-1}) \cdot 1,66 \cdot (120 \cdot 0,9 \cdot 3)^{-1} = 0,27 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты для остальных инструментов и занесем полученные данные в таблицу 33.

Таблица 33 – Параметры прогрессивного инструмента

Опера ция	Инструмент	Машин ное время, мин	Цена единицы инструм ента, руб.	Суммарны й период стойкости инструмен та, мин	Коеф фици ент убыл и	Итого затра ты, руб.
020	Державка DWLNI2525-M06	1,66	6145,24	120	0,9	0,27
	Пластина WNMG080408-B25		321,12			
	Державка DWLNI2525-M06	4,82	6145,24	120	0,9	0,8
	Пластина WNMG080408-B25		321,12			
	Державка H63T-A25K – DCLNL-12	4,58	43089,85	120	0,9	2,56
	Пластина CNMG120408-GS		321,12			
	Державка H63T-A25K – DCLNL-12	1,81	43089,85	120	0,9	1,01
	Пластина CNMG120404-LP		321,12			
	Державка S16Q-SVJCR-08	2,37	3324,18	120	0,9	0,64
	Пластина VCMT160408-HMP		483,26			
	Державка S16Q-SVJCL-08	1,28	3324,18	120	0,9	0,35
	Пластина VCMT160408-HMP		483,26			
	Державка IGH220L	0,16	5416,17	120	0,9	0,16
	Пластина IG200		771,95			
Итого:						5,79

Просуммировав данные по затратам на инструмент из таблиц 32 и 33 получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу:  $Z_{инт} = 71,42$  руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 34.

Таблица 34 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Затраты на материал	3265,35	2278,25
Заработная плата с начислениями	908,15	539,68
Затраты на технологическую электроэнергию	54,39	7,02
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	115,22	300,25
Затраты на инструмент	88,26	71,42
Итого	4431,37	3196,62
Итого стоимость годовой программы	3 988 233	2 876 958

#### 4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости, которая вычисляется по формуле (50) [28,стр. 31]:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (50)$$

где  $C_{б}, C_{пр}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Рассчитаем годовую экономию по формуле (50):

$$\mathcal{E}_{год} = (4431,37 - 3196,62) \cdot 900 = 1111275 \text{ руб.}$$

#### 4.5. Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

*Для универсального оборудования:*

Удельный вес каждой операции определяется по формуле (51) [28,стр. 34]:

$$Y_{оп} = \frac{T^i}{T} \cdot 100\%, \quad (51)$$

где  $T^i$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Произведём расчеты удельного веса операции по формуле (51) для базового варианта:

$$Y_{оп305} = \frac{25}{164,1} \cdot 100 = 15,23\%.$$

Результаты по всем остальным операциям сведём в таблицу 35.

Таблица 35 – Анализ структуры технологического оборудования базового варианта

Операция	Модель станка	Штучно-калькуляционное время, мин.	Удельный вес по штучно-калькуляционному времени, %
305	654	25	15,23
315	1Б284-6	21,4	13,04
320	1Б284-6	18,3	11,15
450	TZC-32	22	13,41
455	TZC-32	29,6	18,04
465	6Н13	5,4	3,29
475	11А809Н	26,8	16,33
480	2Н55	9	5,48
490	2Н55	6,6	4,02
Итого:			100

*Доля прогрессивного оборудования:*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле (52) [28,стр.35]:

$$Y_{ПР} = \frac{C_{пр}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (52)$$

где  $C_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $C_{пр} = 1$  шт.;

$C_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $C_{\Sigma} = 2$  шт.

$$Y_{ПР} = \frac{1}{2} \cdot 100 = 50\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях по формуле (53) [28,стр. 35]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t} , \quad (53)$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в базовом техпроцессе по формуле (53):

$$B_B = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{164,1} = 739,3 \text{ шт} / \text{чел.год}.$$

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе по формуле (53):

$$B_{ПР} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{55,52} = 2185,16 \text{ шт} / \text{чел.год}.$$

Рост производительности труда определяется по формуле (54):

$$\Delta B = \frac{B_{\text{ПР}} - B_{\text{Б}}}{B_{\text{Б}}} \cdot 100\%, \quad (54)$$

где  $B_{\text{ПР}}, B_{\text{Б}}$  – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

Определим производительность труда по формуле (54):

$$\Delta B = \frac{2185,16 - 739,3}{739,3} \cdot 100 = 196\%.$$

Так как данное оборудование присутствует в цехе, то единовременные выплаты будут затрачиваться только на повышение квалификации рабочего.

Повышение квалификации проходит в центре «ДПО» на территории завода «МЗиК», стоимость переподготовки одного рабочего составляет 33000 руб. Так же к единовременным выплатам можно отнести «Блок-резцедержатель для станков с ЧПУ» EV2525L/R-112 в количестве 5 единиц, общей стоимостью 267 тыс. руб.

По окончанию экономических расчетов в таблице 36 представим технико-экономические показатели проекта.

Таблица 36 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт.	900	900	0
Количество оборудования	шт.	9	2	-7
Количество рабочих	чел.	9	2	-7
Единовременные выплаты	тыс. руб.	–	300	+300
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,74	0,93	-1,81
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	4431,37	3196,62	-1234,75
Доля прогрессивного оборудования	%	–	50	+50
Производительность труда	шт/чел. год	739,3	2185,16	+1445,86

Окончание таблицы 36 – Техничко-экономические показатели проекта

1	2	3	4	5
Рост производительности труда	%	100	296	+196
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,09	0,1	+0,01
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	3988,233	2876,958	-1111,275
Срок окупаемости	года		1	

**ВЫВОДЫ:**

При переходе на усовершенствованный технологический процесс механической обработки детали уменьшается себестоимость обработки детали, количество оборудования и рабочих обслуживающих данное оборудование, снижает затраты на электроэнергию, также и более короткий производственный цикл по сравнению с вариантом, условиями которого является применение универсального оборудования.

Можно сделать вывод, что спроектированный технологический процесс является экономически эффективным по сравнению с базовым технологическим процессом, построенным на использовании универсальных станков, и следовательно наиболее выгодным по сравнению с предыдущим вариантом.

При внедрении данного технологического процесса предполагается получение годового экономического эффекта за счет снижения текущих расходов, которые составляют порядка одного миллиона ста тысяч рублей и срок окупаемости единовременных выплат составит один год.

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1. Вводная часть

На машиностроительном заводе ПАО "МЗИК устанавливается современное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с числовым программным управлением.

Современный уровень технического прогресса, непрерывное создание новых совершенных высокопроизводительных, автоматизированных и высокоточных машин, основанных на использовании новейших достижений науки, требуют подготовки высококвалифицированных инженеров, обладающих глубокими теоретическими знаниями и хорошо владеющих новой техникой и технологией производства.

Применение станков с ЧПУ позволяют решить ряд проблем:

- улучшение условий работы рабочих;
- автоматизация ручного труда;

Для обслуживания современного оборудования на предприятии в учебном центре рабочие проходят подготовку и переподготовку по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются выполнение производственных работ и проверка технических знаний, после чего им присваивается разряд. Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, получившие разряд, смогут работать на различных станках с ЧПУ.

Обучение рабочих ведется в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО "МЗИК", который расположен в административном здании предприятия [27].

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования.

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников начальных, средних и высших учебных заведений;
- организация обучения и обучение собственного персонала.

Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург» - Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (Центр ДПО) - отдел 391 (ПАО "МЗИК") имеет лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 17791 от 10.08.2015 г. на осуществление образовательной деятельности.

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики [27].

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материально-техническую базу в составе:

- учебные кабинеты;
- лаборатории;
- компьютерный класс;
- два интерактивных класса (токарный и фрезерный);
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников центра, помещение для преподавателей;

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;

- медицинский пункт;
- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими правилами и санитарными нормами.

Цель разработки методической части: проанализировать учебную программу для повышения квалификации станочников по профессии «Оператор станков с ЧПУ» пятого разряда и разработать занятие теоретического обучения, по выбранной теме.

## 5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

На данный момент в Российской Федерации действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н.

В таблице 37 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом [17].

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 37 – Описание трудовых функций оператора-наладчика  
обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
К о д	Наименование	уровень квалифи кации	наименование	код	уровень (подуровень) квалифика ции
1	2	3	4	5	6
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам	А/01.2	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	А/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	А/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	А/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	А/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.	А/07.2	2

Окончание таблицы 37 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

1	2	3	4	5	6
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04.3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Так как в проектируемой детали имеются ответственные размеры по седьмому квалитету, поэтому рассмотрим вторую обобщенную трудовую функцию профессионального стандарта – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности».

На выбор данной функции так же повлиял тот фактор, что повышать квалификацию кадрового рабочего для работы на данном оборудовании будем с уже имеющимся образованием, а именно «Оператора с программным управлением 4-го разряда».

Рассмотрим более подробно вторую обобщенную трудовую функцию:

Наименование: «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности»

Код: В

Уровень квалификации: 3

В таблице 38 – представлены характеристики обобщенных трудовых функции по коду «В»

Таблица 38 – Характеристика обобщенных трудовых функции по коду «В»

Возможные наименования должностей	<p>Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p> <p>Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p> <p>Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p>
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии "оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ"
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик, в рамках обобщенной трудовой функции представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Трудовые функции по коду «В»

Код: В/01.3; Уровень квалификации 3 Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 – 8 квалитетам.	
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам"
	Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам"
	Использовать контрольно-измерительные инструменты
	Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам"
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности
Код: В/02.3; Уровень квалификации 3 Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с

# Окончание таблицы 39 – Трудовые функции по коду «В»

Код: В/03.3 ; Уровень квалификации 3 Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"
	Установка деталей в приспособлениях и на столе станка
	Выверка деталей в различных плоскостях
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"
	Использовать контрольно-измерительные инструменты
	Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"
	Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях
Код: В/04.3 ; Уровень квалификации 3 Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"
	Обработка отверстий в деталях по 7 - 8 квалитетам
	Обработка поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам
Необходимые умения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"

Проанализировав профессиональный стандарт по данной профессии, и выделив все основные трудовые функции, а именно:

код В/02.3; уровень квалификации – 3 «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»;

код В/04.3; уровень квалификации – 3 «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам» сделаем вывод, что повышение квалификации кадрового рабочего будет проходить в рамках дополнительной

образовательной программы, а именно «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D sl.» для которой разработан рабочий учебный план, рассчитанный на 72 часа теоретического и практического обучения в сумме [11].

### 5.3. Материально-техническое оснащение интерактивного учебного класса токарно-фрезерной обработки

В кабинете расположено шесть обучающих комплексов типа: ARINSTEI, позволяющие обучать рабочих по данной профессии, моделирующее в полном объеме рабочее место. Обучающий комплекс ARINSTEI представляет собой компьютер с установленным на него программным обеспечением и набором клавиш, так называемых бордами (панель управления станком). Данный комплекс предназначен для теоретического обучения, здесь можно написать всю программу для обработки разнообразных деталей и провести симуляцию обработки детали с ярким выражением всех частей рабочей зоны станка. Так же данный комплекс имеет функцию изменения стойки станка, а именно путем смены съемных клавиш на панели управления стойки SINUMERIK 840D sl на стойку HEIDENHAIN TNC 426 или наоборот.



Рисунок 31 – Обучающий комплекс ARINSTEI SINUMERIK 840D sl.



Рисунок 32 – Обучающий комплекс ARINSTEI HEIDENHAIN TNC 426

Для практического обучения используется находящийся в этом же учебном классе станок марки EMKO Concept TURN-250 с ЧПУ. Данный станок так же имеет функцию смены панели управления.



Рисунок 33 – Токарный станок модели EMKO Concept TURN-250 с ЧПУ  
Sinumerik 840D



#### 5.4. Анализ учебного плана

Рабочий учебный план по дополнительной образовательной программе «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D sl.» представленный в таблицах 40 и 41.

Программа предусматривает теоретическое и практическое обучение, цикл обучения разбит на две части.

Часть I. Обучение проходит на базе интерактивного учебного класса ARINSTEI. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В процессе обучения учащиеся знакомятся с функциональными возможностями токарных станков, изучают систему управления SINUMERIK 840D sl. при использовании программы-эмулятора ЧПУ, основы программирования, отрабатывают практические навыки по управлению технологическими процессами.

Часть II. Практическое обучение проводится непосредственно в цеху на рабочем месте у токарно-фрезерного станка модели DMG MORI CTX beta 800 TC. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В процессе обучения учащиеся знакомятся с функциональными возможностями токарно – фрезерного станка, изучают систему управления SINUMERIK 840D sl на станке, отрабатывают практические навыки по разработке управляющих программ, приемы наладки станка.

Таблица 40 – Учебный план ЧАСТЬ-I

«Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ SINUMERIK 840D sl. при помощи обучающего комплекса ARINSTEI»				
№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теоритические	Практические	Всего часов
Теоретическое обучение				
1	2	3	4	5
1	<b>Тема 1. Введение</b> Цели и задачи организации и проведения данного курса обучения. Назначение, устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ Sinumerik 840D sl. Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные. Программирование линейных и круговых перемещений.	2	–	2
2	<b>Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления</b> Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления Sinumerik. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	1	1	2
3	<b>Тема 3. Управление станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей. Дисплей шпинделя. Поддачи по осям. Дисплей программного управления. Смещение нуля.	1	1	2

Окончание таблицы 40 – Учебный план ЧАСТЬ-I

1	2	3	4	5
4	<b>Тема 4.Управление параметрами</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента . Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	4	6
5	<b>Тема 5.Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	2	4
6	<b>Тема 6. Разработка управляющей программы</b> Основные и вспомогательные функции. Графический калькулятор построение контура детали. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	4	12	16
Практическое обучение				
7	<b>Тема 7. Практическое обучение.</b> Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	–	4	4
	Всего часов	16	20	36

Таблица 41 – Учебный план ЧАСТЬ-II

«Обслуживание и программирование технологических операций на токарно-фрезерном станке модели DMG MORI CTX beta 800 TC»				
№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теоритические	Практические	Всего часов
Теоретическое обучение				
1	2	3	4	5
1	<b>Тема 1. Общее ознакомление с панелью управления станка</b> Особенности панели управления SINUMERIK 840D sl. на токарном станке модели DMG MORI CTX beta 800 TC. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управлением перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.		2	2
2	<b>Тема 2.Управление токарным станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей . Дисплей шпинделя. Подачи по осям. Дисплей программного управления. Смещение нуля.		4	4
3	<b>Тема 3.Управление параметрами станка</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента . Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.		6	6
4	<b>Тема 4.Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.		4	4

Окончание таблицы 41 – Учебный план ЧАСТЬ-II

1	2	3	4	5
5	<b>Тема 5. Разработка управляющей программы</b> Разработка управляющей программы для обработки простой детали по чертежу. Проверка программы в 2-d симуляции.		8	8
6	<b>Тема 6. Практическое обучение.</b> Внедрение управляющей программы (п.5.) в покадровом режиме. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.		12	12
	Всего часов		36	36

Для разработки в методической части дипломного проекта выберем тему «Разработка управляющей программы» и составим для неё перспективно-тематический план [29].

## 5.5. Разработка перспективно-тематического плана по теме «Разработка управляющей программы»

Тема «Разработка управляющей программы» рассчитана на 4 часа теоретического обучения, и 12 часов практического обучения закрепления полученных знаний, ПТП представлен в таблице 42.

Таблица 42 – Перспективно-тематический план по теме «Разработка управляющей программы»

№	Кол. часов	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6	7
1	2	Основы контурного программирования	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся о G и M функциях. Дать представление о построении контура детали.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации)	Презентация	Фронтальная
2	2	Основы циклового программирования	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся о G и M функциях. Дать представление о цикловом программировании.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации)	Презентация	Фронтальная

Окончание таблицы 42 – Перспективно-тематический план по теме «Разработка управляющей программы»

№	Кол. часов	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6	7
3	6	Разработка управляющей программы для обработки простых деталей	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся по пройденным темам.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Обучающий комплекс ARIN STEI	Фронтальная
4	6	Разработка управляющей программы для обработки простых деталей	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся по пройденным темам.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Обучающий комплекс ARIN STEI	Фронтальная

Разработав перспективно-тематический план, выберем тему занятия «Основы контурного программирования» и составим план проведения учебного занятия по этой теме.

## 5.6. Разработка содержания плана проведения учебного занятия по теме «Основы контурного программирования»

Тема занятия: «Основы контурного программирования»

Цели:

Обучающая: обобщить и закрепить знания у обучающихся о G и M функциях. Дать представление о построении контура детали.

Развивающая: развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;

Воспитывающая: воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.

Тип учебного занятия: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов.

Оснащение учебного занятия: ноутбук, мультимедийный проектор, экран, слайды, чертеж детали [30].

Этапы учебного занятия приведены в таблице 43.

Таблица 43 – Этапы учебного занятия по теме «Основы контурного программирования»

№ этапа	Наименование этапа учебного занятия	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели учебного занятия	Сообщает тему, цели учебного занятия	5	Слушают, записывают тему занятия
3	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы, повторение G и M функции	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга
4	Объяснение нового учебного материала	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	30	Слушают, конспектируют, изучают слайды
5	Закрепление нового материала	Помогает, конкретизирует некоторые моменты, отвечает на вопросы учащихся	30	Описывают в программе контур детали, задают вопросы
6	Домашнее задание	Выучить пройденный материал	5	Записывают



Актуализация опорных знаний.

Вопросы:

1. Назовите вспомогательные функции управляющей программы, отвечающие за движение главного шпинделя станка?
2. Назовите M функции, относящиеся к приводному инструменту?
3. Какие функции отвечают за выбор плоскости?
4. Функция M17 – где она ставится и что означает?
5. Назовите функции определения способа задания размеров ?

*План изложения нового материала*

1. Параметры CONTURA, последовательность и правила работы в нём.

Конспект учебного занятия приведен в приложении Б.

Презентация к занятию приведена в Приложении В.

**ВЫВОДЫ:**

В методической части дипломного проекта был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», проанализирован учебный план повышения квалификации рабочих в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "Машиностроительный завод им. М.И. Калинина», а также разработан урок теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разработано для слушателей проходящих курс повышения квалификации по рабочей профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

После изучения теоретических основ слушатели курсов приступают к практическим самостоятельным занятиям. В процессе выполнения работы получают навыки, необходимые при решении широкого круга задач, и осваивают технологические приемы разработки больших и сложных программ.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Ступица ведущего моста» в условиях среднесерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс обеспечивает экономически выгодные показатели выпуска продукции высокого качества, с применением на предприятии современного оборудования и режущего инструмента. Так же замена универсального оборудования позволила увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. Для операции «Токарная с ЧПУ» была разработана управляющая программа для обработки детали.

При разработке проекта были учтены требования к материалу детали, к точности и шероховатости поверхностей.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ», учебный план и рассмотрены вопросы, связанные с повышением квалификации персонала.

Поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						113
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурлаков С.Л. Литъё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков, А.И. Вейник, Дубинин Н.П. - М.: Машиностроение. 1980. - 415 с.
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
3. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
4. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Муги́нова, Л. Н. Осадча́я; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
5. Каталог металлорежущего инструмента «Korloy». 2016/2017 -1121с.
6. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018-988с.
7. Каталог фрезерного инструмента Horn 2008 - 352с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2013. 137 с.
9. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
10. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.
12. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.
13. Общемашиностроительные нормативы времени станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
14. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.
15. Отливки стальные. Общие технические условия. ГОСТ 977-88.
16. Производственный календарь на 2018 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2018/>. Дата обращения 29.05.2018.
17. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 20.05.2018.
18. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.
19. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.
20. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.
21. Сталь 35Л [Электронный ресурс] – [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/sto/35l](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/sto/35l). Дата обращения 21.05.2018.
22. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).- Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

23. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

24. Техническое описание станка 1М63 [Электронный ресурс] – <http://met-all.org/oborudovanie/stanki-tokarnye/1m63-tehnicheskie-harakteristiki>. Дата обращения 14.05.2018.

25. Техническое описание станка DMG MORI CTX beta 800 TC [Электронный ресурс] – <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/turn-mill/ctx-tc/ctx-beta-800-tc>. Дата обращения 14.05.2018.

26. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

27. Центр ДПО [Электронный ресурс] <http://cdpo.zik.ru> Дата обращения 02.06.2018.

28. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие /Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 66 с.

29. Шалунова, М.Г. Практикум по методике профессионального обучения [Текст] / М.Г. Шалунова, Н.Е. Эрганова: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995.

30. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						116
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж детали	1 лист А1
Чертеж заготовки	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	1 лист А3 4 листа А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме « Основы контурного программирования»

(Слайд 1)

Свободное программирование контура это инструмент поддержки для редактора. С помощью программирования контура можно создавать простые и сложные контуры. Встроенный контурный вычислитель вычисляет возможно недостающие параметры, как только они могут быть получены из других параметров.

(Слайд 2)

Контур состоит из отдельных элементов контура, при этом минимум из двух и максимум из 250 элементов. Дополнительно между элементами контура можно программировать канавки, радиусы, фаски или тангенциальные переходы. Запрограммированные контуры передаются в отредактированную программу обработки детали.

(Слайд 3)

Для создания контура необходимо нажать в нижнем ряду функциональных клавиш обточка контура (H4), далее и в правом вертикальном столбце клавиш новый контур (V4).

(Слайд 4)

Далее в появившемся окне вводим название контура, после успешного ввода нажимаем перевести(V8) и переходим в окно редактирование контра.

(Слайд 5)

Всегда при создании нового контура, система ЧПУ предлагает ввести параметры стартовой точки. Начальная точка контура задаётся двумя координатами X и Z. Можно сразу задать начальную фаску или радиус путем выделения курсором соответственного поля и нажатием кнопки SELECT.

Нажатием клавиши «Перевести» вы соглашаетесь с начальной точкой контура и получаете инструментарий для создания линий контура.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

(Слайд 6)

Горизонтальная прямая – позволяет по заданным координатам переместить точку контура по оси Z;

Вертикальная прямая – аналогична горизонтальной прямой, но перемещение происходит по оси X;

Диагональная прямая – позволяет задавать различные уклоны в контуре, перемещение по осям X и Z.

Дуга, окружность – позволяет задать различные скругления при программировании контура.

Рассмотрим подробно каждый из инструментариев контурного построения

(Слайд 7)

После нажатия на горизонтальную прямую появится поля, для ввода трех значений.

Первое значение это координата Z, сюда можно вводить значения как с минусом, так и с плюсом, в зависимости от нулевой точки детали.

При нажатии на иконку «Графический вид» можно увидеть графическое расположение координат контура. Так же значение Z зависит от функциональности используемого станка. Значения в поле для Z можно задавать в абсолютных и в инкрементных размерах. Значение угла определится автоматически. Если при переходе к следующему элементу необходимо задать радиус или фаску под 45 градусов, то в соответствующее поле вводим нужные значения. После ввода данных нажимаем все ту же кнопку «Перевести», значения будут приняты.<sup>1</sup>

(Слайд 8)

Вертикальная прямая – порядок и принципы ввода значений такие же как и при вводе у горизонтальной линии, за исключением того, что координата X является диаметральной величиной, поэтому значение всегда вводится со знаком плюс.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



(Слайд 9)

Диагональная прямая. С помощью данной функции можно построить наклонную прямую, по некоторым координатам. Ну например на чертеже известна конечная координата наклонной линии и угол, на который она отклоняется от нуля детали. В таком случае в поля X или Z вводим конечное значение, в зависимости что известно по чертежу, а затем в поле альфа вводим нужный нам угол. Так же при переходе курсора на значение угла, в левом поле появляется графическое изображение, помогающее ориентированию и построению контура.

(Слайд 10)

Дуга, окружность. Здесь все аналогично. С начала задаем направление вращения( в право ,влево) затем вводим радиус окружности, затем задаём координаты X и Z ну и если необходимо ,то задаем углы наклона.

(Слайд 11)

Перемещение между элементами контура производится клавишами вверх и вниз. С лева от контура показаны элементы переходов, по которым и происходит перемещение. Удалить какой либо элемент контура можно путем нажатия кнопки V1 или курсором мыши на кнопку удалить в правой части экрана.

(Слайд 12)

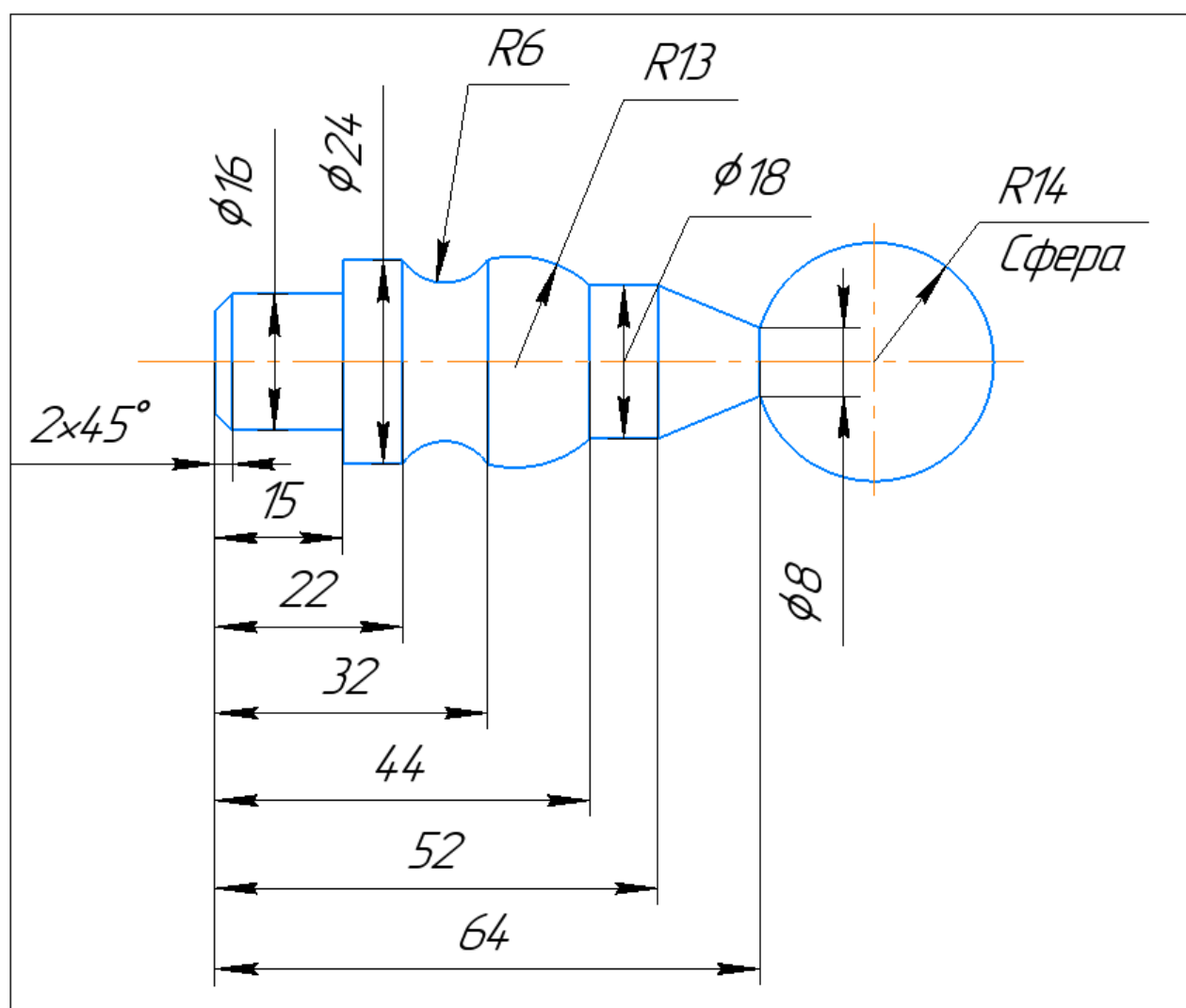
Создав контур его необходимо сохранить, это происходит нажатием на кнопку перенести в общем меню. Вспомогательные функции, это M17 – конец подпрограммы расставятся автоматически.

(Слайд 13)

После создания контура необходимо в управляющей программе создать соответствующий цикл, чем мы и займемся на следующем занятии.

А сейчас закрепим новый материал, садимся за компьютеры и начинаем строить контур детали по чертежу.

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

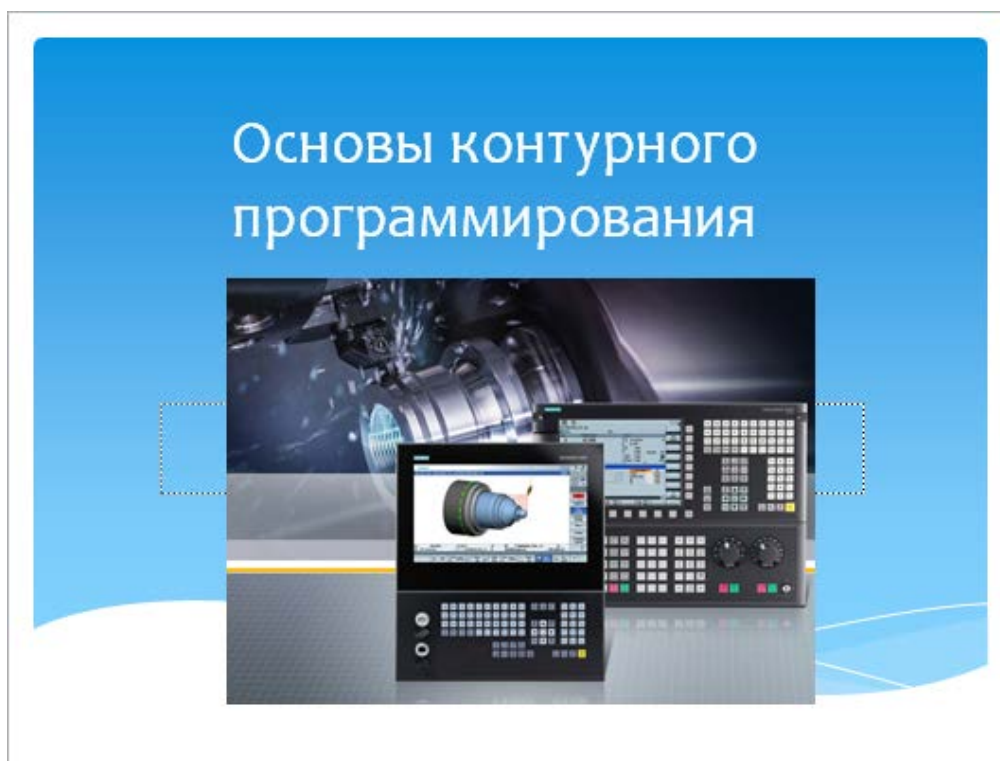
ДП 44.03.04.176.ПЗ

Лист

121

## ПРИЛОЖЕНИЕ В – Презентация к занятию по теме «Основы контурного программирования»

Слайд 1



Слайд 2

Контур состоит из отдельных элементов контура, при этом минимум из двух и максимум из 250 элементов. Дополнительно между элементами контура можно программировать канавки, радиусы, фаски или тангенциальные переходы. Запрограммированные контуры передаются в отредактированную программу обработки детали.

3D-модель детали, обработанной по контурному программированию.

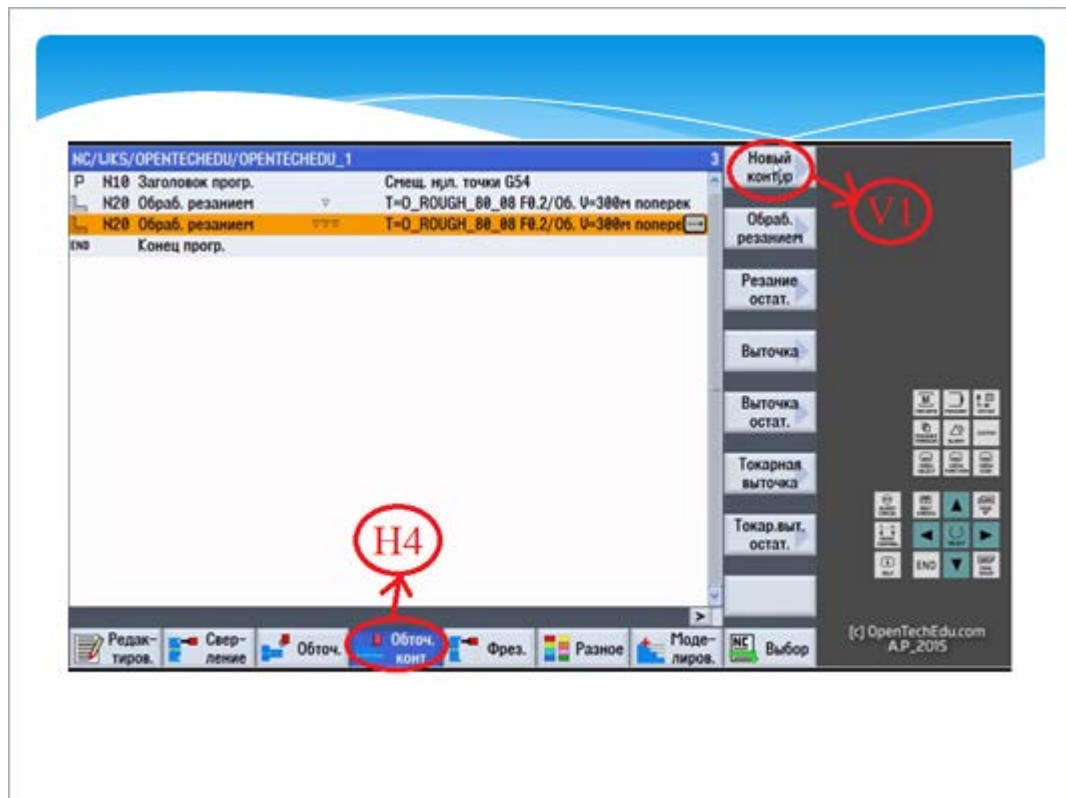
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.176.ПЗ

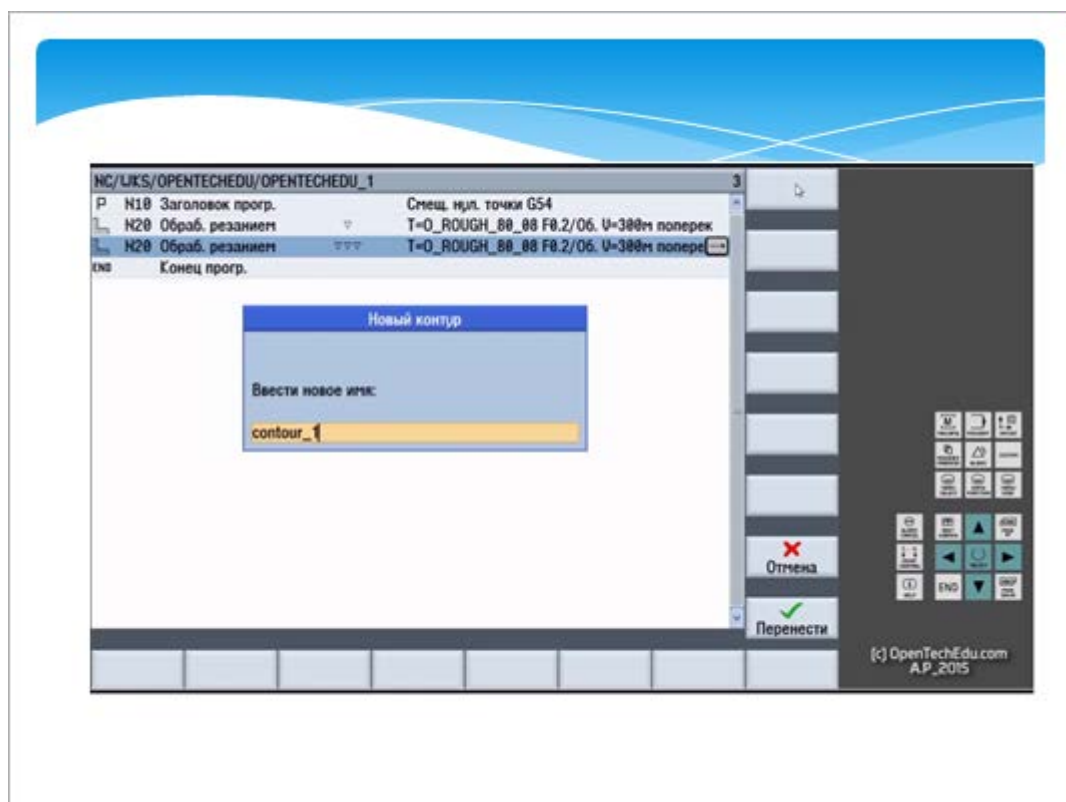
Лист

122

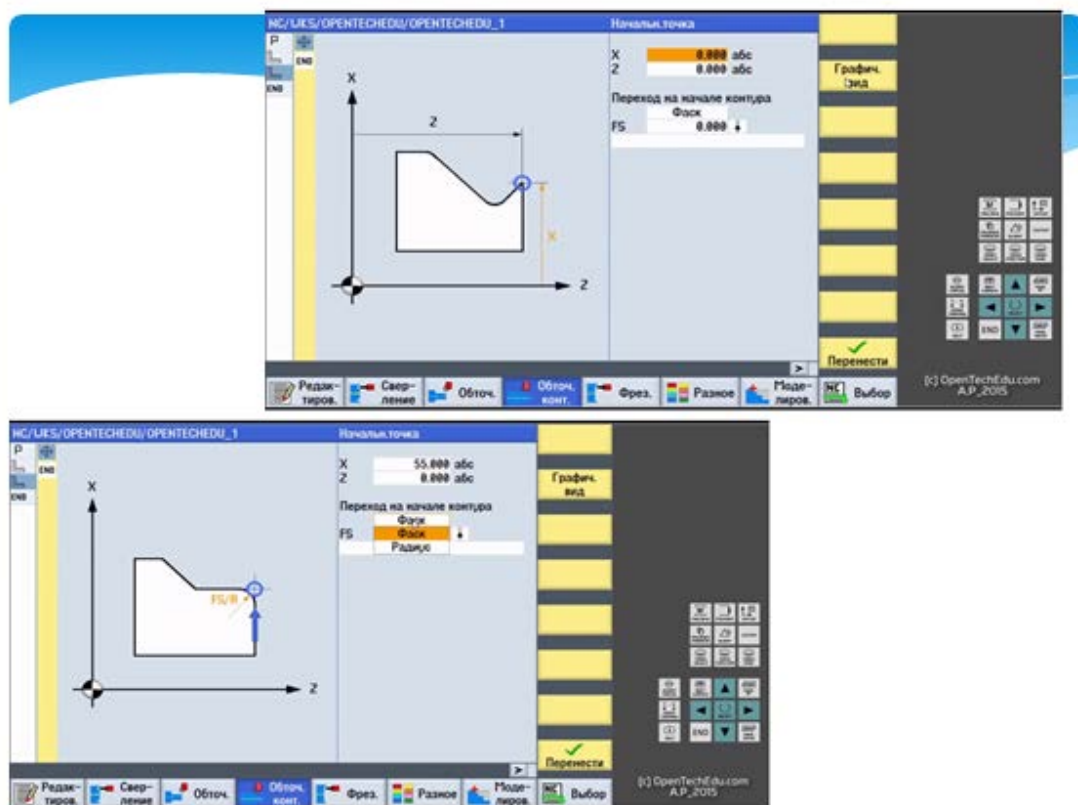
# Слайд 3



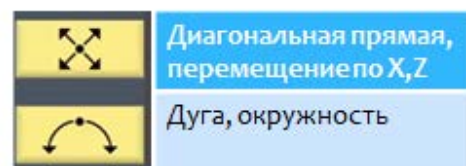
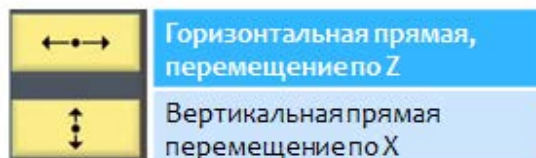
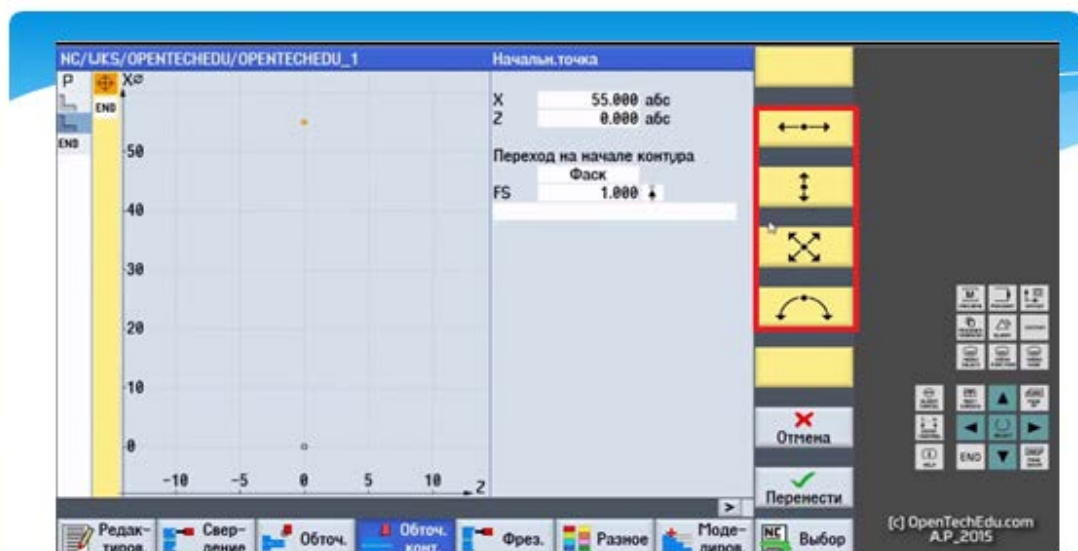
# Слайд 4



# Слайд 5



# Слайд 6



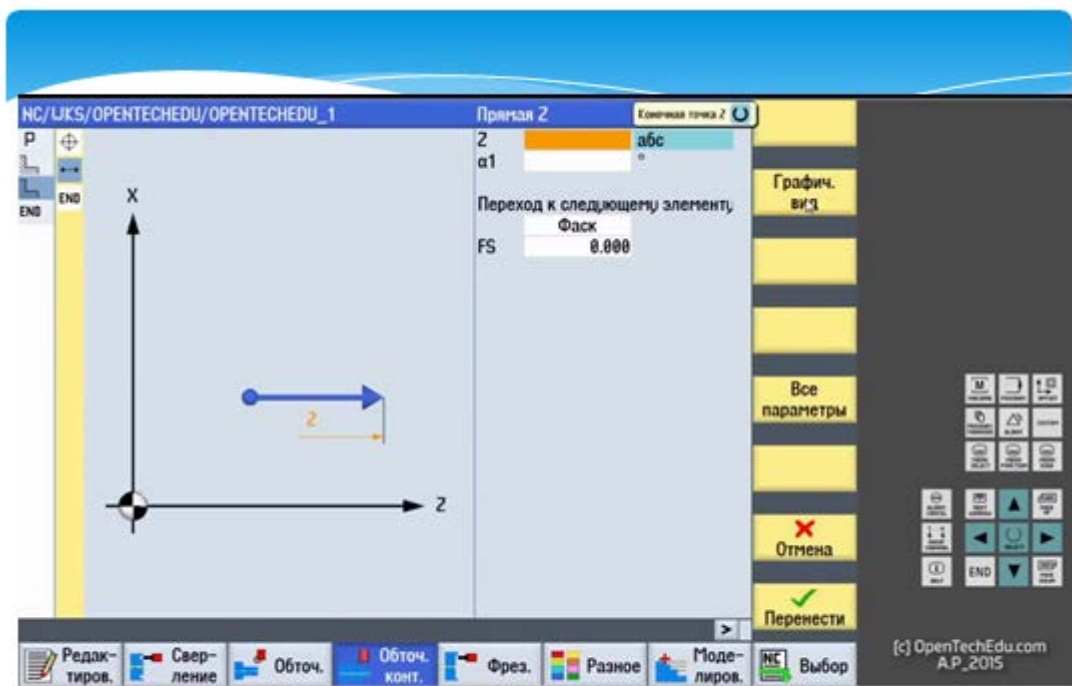
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.176.ПЗ

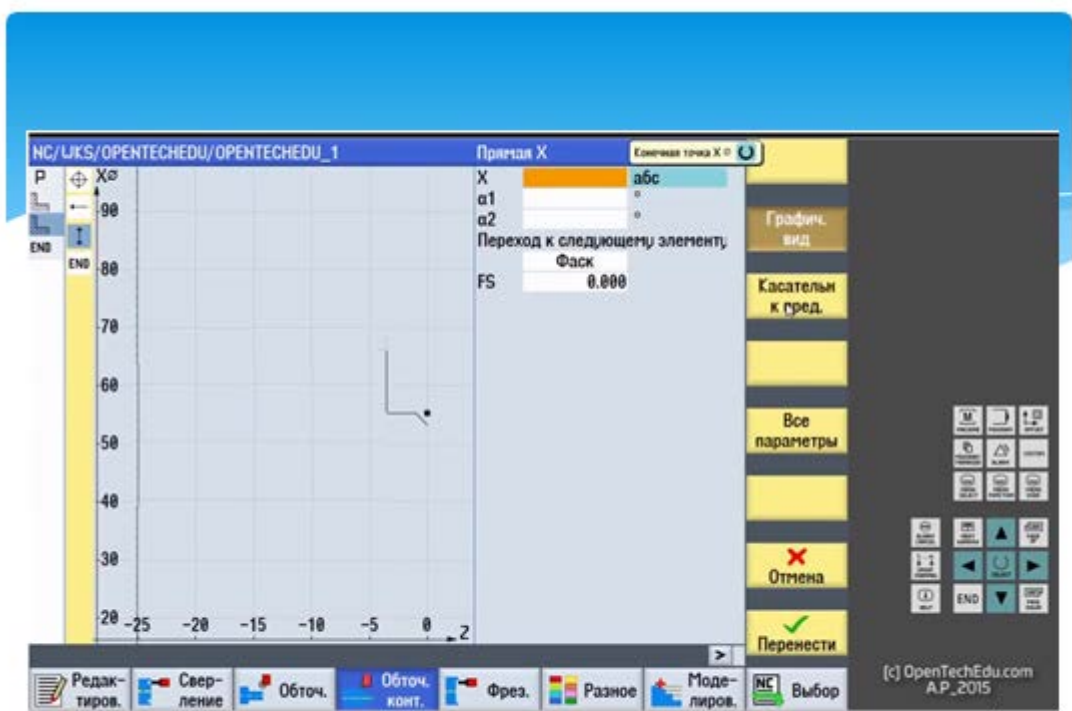
Лист

124

# Слайд 7



# Слайд 8



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

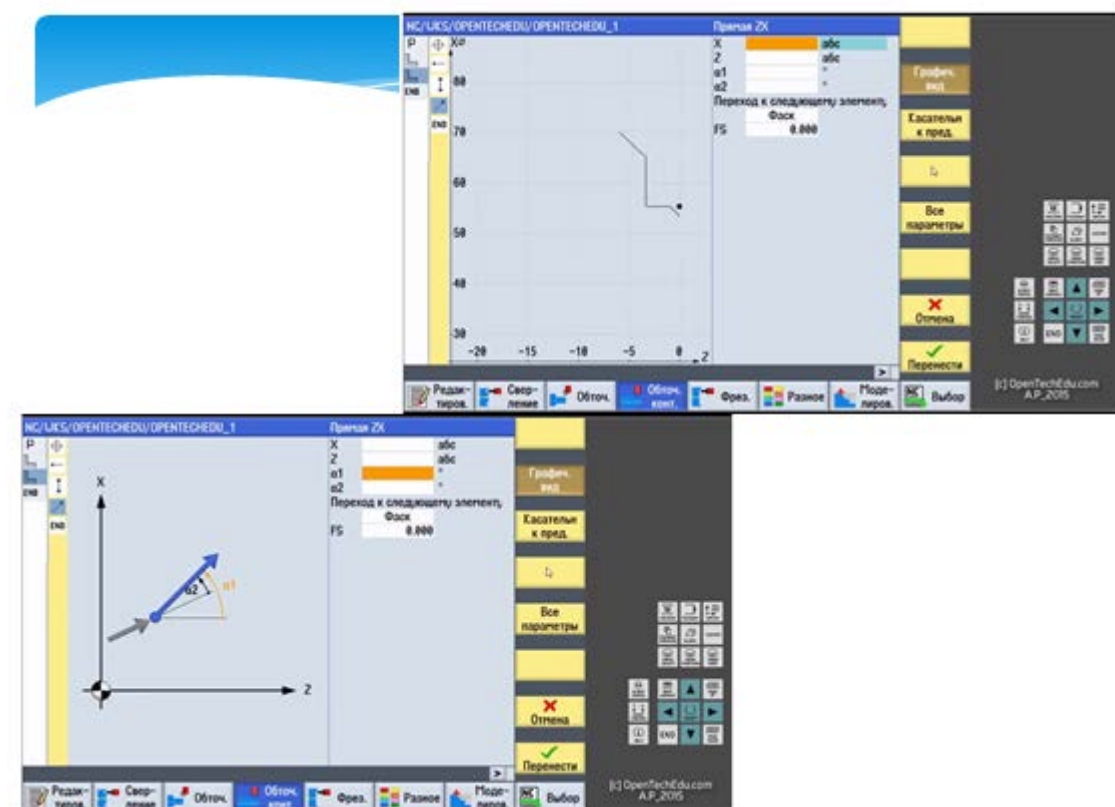
ДП 44.03.04.176.ПЗ

Лист

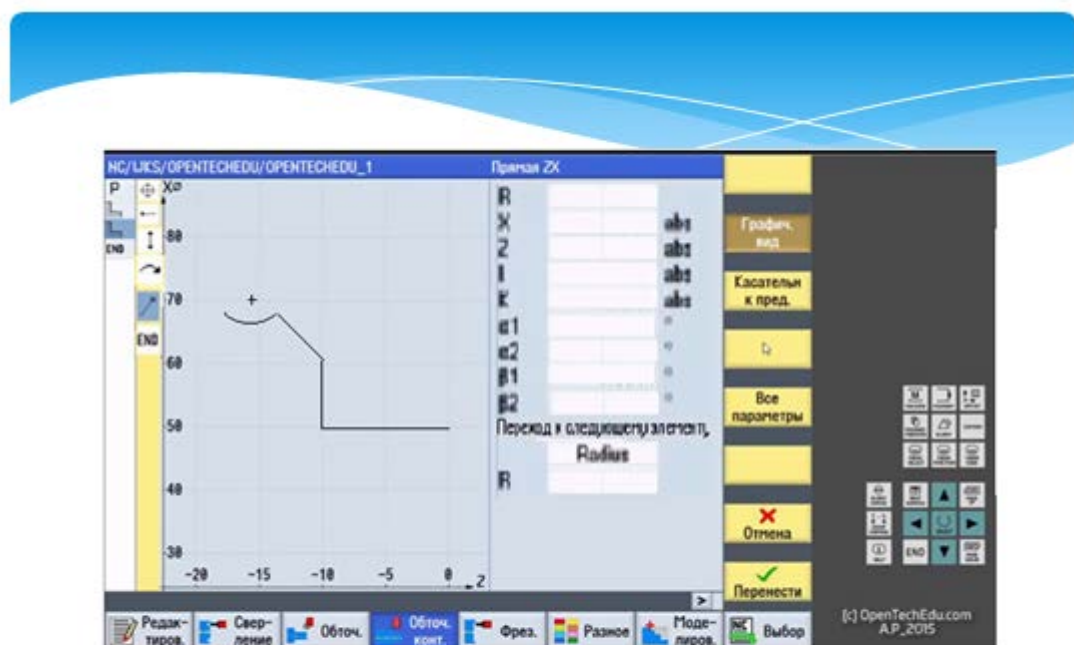
125



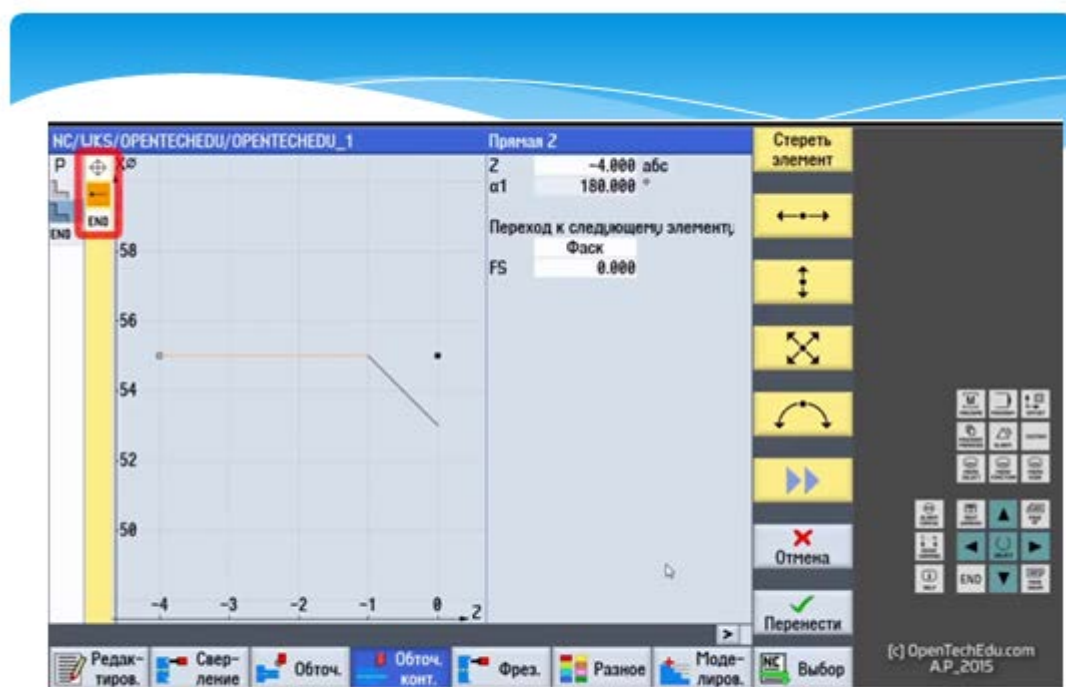
# Слайд 9



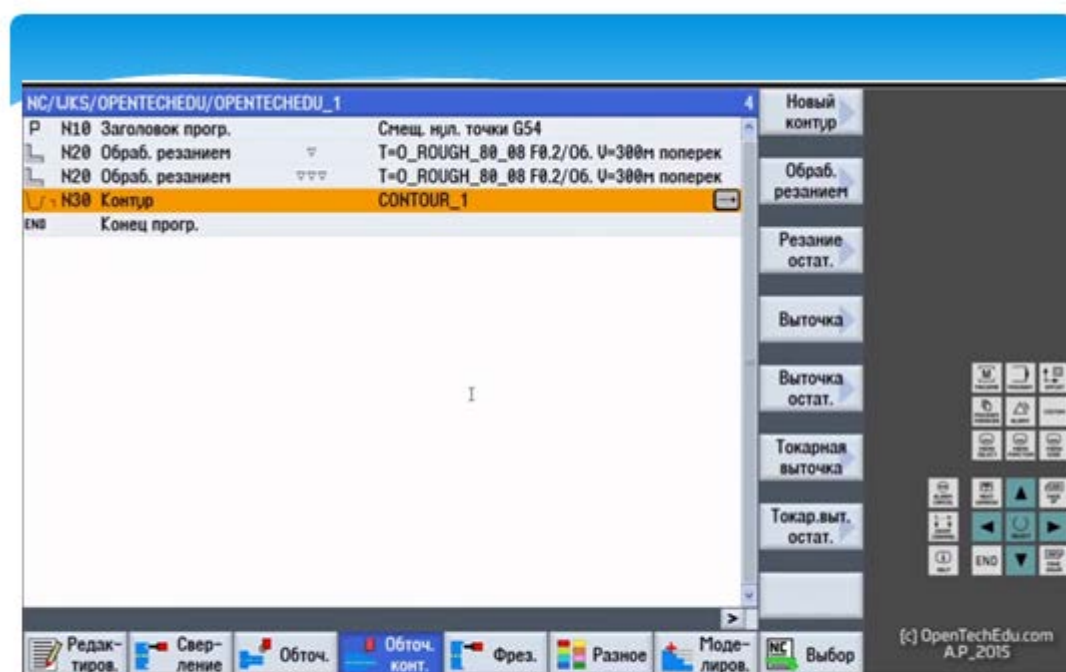
# Слайд 10



# Слайд 11



# Слайд 12





Спасибо за внимание!

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						128
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа

wwp	wwp
t1 d1	t5 d2
m6	m6
g0 g54 g90 g18 G95	g0 g54 g90 g18 G95
g96 s255 lims=386 F0.3 m3 m8	g96 s212 lims=790 F0.15 m3
CYCLE95("contur1",2.5,0,0,1,0.3	CYCLE93(85,-44,3,0.5,0,0,0,0,0
,0.3,0.3,209,0,0,0)	,0,0,0,1,0,13,5)
m9	wwp
wwp	g0 g90 g54 g95
t2 d1	g18
m6	spos=0
g0 g54 g90 g18 G95	t6
g96 s201 lims=308 F0.2 m3 m8	m6
CYCLE95("contur2",1,0,0,1,0.2,0.2	setms(2)
,0.3,5,0,0,0)	s2=3185 m2=3
m9	transmit
wwp	diamof
t3 d1	g17
m6	g0 x52 z1 y0
g0 g54 g90 g18 G95	m8
g96 s206 lims=790 F0.4 m3 m8	F0.03
CYCLE95("contur3",2,0,0,1,0.4,	CYCLE82(1,0,1,-2,,0)
0.4,0.4,211,0,0,0)	spos=60
m9	CYCLE82(1,0,1,-2,,0)
wwp	spos=120
t4 d1	CYCLE82(1,0,1,-2,,0)
m6	spos=180
g0 g54 g90 g18 G95	CYCLE82(1,0,1,-2,,0)
g96 s240 lims=900 F0.15 m3 m8	spos=240
CYCLE95("contur4",0.3,0,0,1,0.15,	CYCLE82(1,0,1,-2,,0)
0.15,0.15,7,0,0,0)	spos=300
m9	CYCLE82(1,0,1,-2,,0)

m9  
 wwp  
 g0 g90 g54 g95  
 g18  
 spos=0  
 t7  
 m6  
 s2=1592 m2=3  
 g17  
 g0 x52 z1 y0  
 m8  
 F0.07  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=60  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=120  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=180  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=240  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=300  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 m9  
 wwp  
 g0 g90 g54 g95  
 g18  
 spos=0

t8  
 m6  
 s2=1386 m2=3  
 g17  
 g0 x52 z1 y0  
 m8  
 F0.09  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=60  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=120  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=180  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=240  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 spos=300  
 CYCLE83(1,0,1,-30,-15,,  
 5,1,,0.07,0,3,30,0,1,)  
 m9  
 wwp  
 g0 g90 g54 g94  
 g18  
 spos=0  
 t9  
 m6  
 s2=916 m2=3  
 g17  
 g0 x52 z1 y0

m8  
 POCKET4(2,0,1,-6,5.1,52,0,6,0.2,  
 0.2, 27.48,27.48,3,12,10,,,) )  
 spos=60  
 POCKET4(2,0,1,-6,5.1,52,0,6,0.2,  
 0.2, 27.48,27.48,3,12,10,,,) )  
 spos=120  
 POCKET4(2,0,1,-6,5.1,52,0,6,0.2,  
 0.2, 27.48,27.48,3,12,10,,,) )  
 spos=180  
 POCKET4(2,0,1,-6,5.1,52,0,6,0.2,  
 0.2, 27.48,27.48,3,11,10,,,) )  
 spos=240  
 POCKET4(2,0,1,-6,5.1,52,0,6,0.2,  
 0.2, 27.48,27.48,3,11,10,,,) )  
 spos=300  
 POCKET4(2,0,1,-6,5.1,52,0,6,0.2,  
 0.2, 27.48,27.48,3,11,10,,,) )  
 m9  
 wwp  
 g0 g90 g54 g95  
 g18  
 spos=0  
 t10  
 m6  
 s2=1592 m2=3  
 g17  
 g0 x52 z1 y0  
 F1.5  
 CYCLE84(1,0,0.5,,24,0,3,,1.5,  
 0,573.25,0,3,1,0,0,,) )  
 spos=60  
 CYCLE84(1,0,0.5,,24,0,3,,1.5,  
 0,573.25,0,3,1,0,0,,) )

spos=120  
 CYCLE84(1,0,0.5,,24,0,3,,1.5,  
 0,573.25,0,3,1,0,0,,) )  
 spos=180  
 CYCLE84(1,0,0.5,,24,0,3,,1.5,  
 0,573.25,0,3,1,0,0,,) )  
 spos=240  
 CYCLE84(1,0,0.5,,24,0,3,,1.5,  
 0,573.25,0,3,1,0,0,,) )  
 spos=300  
 CYCLE84(1,0,0.5,-24,,0,3,,1.5,  
 0,573.25,0,3,1,0,0,,) )  
 wwp  
 g0 g90 g54 g95  
 g18  
 spos=36  
 t6  
 m6  
 s2=3185 m2=3  
 g17  
 g0 x80 z1 y0  
 m8  
 F0.03  
 CYCLE82(1,0,1,-2,,1)  
 spos=108  
 CYCLE82(1,0,1,-2,,1)  
 spos=180  
 CYCLE82(1,0,1,-2,,1)  
 spos=252  
 CYCLE82(1,0,1,-2,,1)  
 spos=324  
 CYCLE82(1,0,1,-2,,1)  
 m9  
 wwp

g0 g90 g54 g95

g18

spos=36

t7

m6

s2=1592 m2=3

g17

g0 x80 z1 y0

m8

F0.07

CYCLE83(1,0,1,-40,,-10,,5,1,,  
0.07,0,3,40,0,1,)

spos=108

CYCLE83(1,0,1,-30,,-15,,5,1,,  
0.07,0,3,30,0,1,)

spos=180

CYCLE83(1,0,1,-30,,-15,,5,1,,  
0.07,0,3,30,0,1,)

spos=252

CYCLE83(1,0,1,-30,,-15,,5,1,,  
0.07,0,3,30,0,1,)

spos=324

CYCLE83(1,0,1,-30,,-15,,5,1,,  
0.07,0,3,30,0,1,)

m9

wwp

g0 g90 g54 g95

g18

spos=36

t11

m6

s2=597 m2=3

transmit

diamof

g17

g0 x80 z1 y0

m8

F0.2

CYCLE83(1,0,1,-40,,-10,,5,1,,  
0.07,0,3,40,0,1,)

spos=108

CYCLE83(1,0,1,-40,,-10,,5,1,,  
0.07,0,3,40,0,1,)

spos=180

CYCLE83(1,0,1,-40,,-10,,5,1,,  
0.07,0,3,40,0,1,)

spos=252

CYCLE83(1,0,1,-40,,-10,,5,1,,  
0.07,0,3,40,0,1,)

spos=324

CYCLE83(1,0,1,-40,,-10,,5,1,,  
0.07,0,3,40,0,1,)

m9

wwp

g0 g90 g54 g95

g18

spos=0

t12

m6

s2=366 m2=3

g17

g0 x90 z1

m8

POCKET3(2,0,1,-15,50,40,20,90,  
0, 0,15,0,0,111,47,111,47,2,12,0,,,,)

spos=72

POCKET3(2,0,1,-15,50,40,20,90,  
0, 0,15,0,0,111,47,111,47,2,12,0,,,,)

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						132
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

spos=144

POCKET3(2,0,1,-15,50,40,20,90,  
0, 0,15,0,0,111,47,111,47,2,12,0,,,,,)

spos=216

POCKET3(2,0,1,-15,50,40,20,90,  
0, 0,15,0,0,111,47,111,47,2,12,0,,,,,)

spos=288

POCKET3(2,0,1,-15,50,40,20,90,  
0, 0,15,0,0,111,47,111,47,2,12,0,,,,,)

m9

trafoof

diamon

wwp

m30

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						133
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.176.ПЗ	Лист
						134
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		